Aus der Orthopädisch-Traumatologischen Abteilung
des Krankenhauses am Urban, Berlin
Chefarzt: Professor Dr. med. M. Weigert

ERGEBNISSE DER OPERATIVEN VERSORGUNG FRISCHER KNIEBANDLÄSIONEN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heike Buhl
aus Münster

1996

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549614_0027

Aus der Orthopädisch - Traumatologischen Abteilung
des Krankenhauses am Urban, Berlin
Chefarzt: Professor Dr. med. M. Weigert

ERGEBNISSE DER OPERATIVEN VERSORGUNG

FRISCHER KNIEBANDLÄSIONEN

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fakultäten
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heike Buhl
aus Münster

Referent: Professor Dr. med. M. WEIGERT

Koreferent: Professor Dr. med. F. HOFMEISTER

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 18.8.1986

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	6
1.1.	Anatomie	7
1.1.1.	Medialer Komplex	8
1.1.2.	Lateraler Komplex	10
1.1.3.	Zentraler Komplex	11
1.1.4.	Dorsaler Komplex	13
1.1.5.	Ventraler Komplex	13
1.1.6.	Kontrollfunktionen der Strukturen	14
1.2.	Biomechanik	16
1.2.1.	Modell der Viergelenkkette	16
1.2.2.	Verlauf der Polkurven	17
1.2.3.	Roll - Gleit - Integration	18
1.2.4.	Retropositio femoris	19
1.2.5.	Neutralpunkt	20
1.2.6.	Bewegungsumfang des Kniegelenkes	20
2.	Material und Methoden	22
2.1.	Diagnostik und Pathophysiologie	22
2.1.1.	Unfallmechanismus	22
2.1.2.	Anamnese	22
2.1.3.	Klinische Untersuchung	23
2.1.3.1.	Inspektion	23
2.1.3.2.	Palpation	23
2.1.3.3.	Funktionsprüfung	25
2.1.3.4.	Stabilitätsprüfung	25
2.1.3.4.1.	Klassifikation der Instabilitäten	25
2.1.3.4.2.	Klinische Tests	29
2.1.4.	Röntgenuntersuchung	37
2.1.4.1.	Standardröntgenaufnahmen	37
2.1.4.2.	Gehaltene Aufnahmen	38
2.1.4.3.	Xeroradiographie	39
2.1.4.4.	Arthrographie	40
2.1.4.5.	Computertomographie	40
2.1.5.	Arthroskopie	40
2.2.	Therapie	42
2.2.1.	Primärversorgung	42
2.2.2.	Operative Versorgung	42
2.3.	Rehabilitation	45
2.3.1.	Immobilisation	45
2.3.2.	Krankengymnastik	46
2.3.3.	Brisement	47
2.3.4.	Sportfähigkeit	47
2.4.	Einteilung der Ergebnisse	47
3.	Eigene Ergebnisse	49
3.1.	Vorstellung des Patientengutes	49
3.2.	Anamnese	52
3.2.1.	Verletzungsursachen	52
3.2.2.	Vorschädigungen des Kniegelenkes	53

		Seite
3.3.	Präoperative Versorgung	54
3.3.1.	Zeitraum zwischen Unfall und OP	54
3.3.2.	Zeitraum zwischen stationärer Aufnahme und OP	54
3.3.3.	Präoperative Behandlungsmethoden	56
3.4.	Art der Diagnosestellung	57
3.5.	Operative Versorgung	57
3.6.	Ablauf der Rehabilitation	58
3.6.1.	Dauer des stationären Aufenthaltes	58
3.6.2.	Zeitraum zwischen OP und Entlassung	58
3.6.3.	Dauer der Immobilisation durch Tutor	59
3.6.4.	Dauer der Krankengymnastik	60
3.6.5.	Dauer bis zur Teilbelastung	60
3.6.6.	Dauer bis zur Vollbelastung	60
3.6.7.	Zeitraum bis zur Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit	60
3.6.8.	Postoperative Behandlung	60
3.7.	Subjektive Befragung	61
3.7.1.	Zufriedenheitsgrad	61
3.7.2.	Beschwerden	63
3.7.3.	Sportfähigkeit nach der OP	64
3.8.	Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung	65
3.8.1.	Inspektion	65
3.8.2.	Palpation	65
3.8.3.	Funktionsprüfung	65
3.8.4.	Stabilitätsprüfung	67
3.8.5.	Nebenbefunde	68
3.9.	Einteilung der Ergebnisse	68
3.9.1.	Resultate bei Betrachtung der verletzten Struktur	68
3.9.2.	Resultate bei Betrachtung des Zeitraums zwischen OP und Nachuntersuchung	71
3.9.3.	Resultate bei Betrachtung der einzelnen Beurteilungskriterien	76
3.9.4.	Resultate bei Betrachtung des Zeitraums zwischen Unfall und OP	79
3.9.5.	Resultate nach besonderen Gesichtspunkten	80
4.	Diskussion	82
4.1.	Unfallursachen	82
4.2.	Primäre Versorgung	84
4.3.	Diagnosestellung	85

		Seite
4.3.1.	Mediale Instabilität	85
4.3.2.	Vordere Instabilität	86
4.3.3.	Individuelle Streuung der Normwerte	88
4.3.4.	Röntgenuntersuchung	88
4.3.5.	Computertomographie	89
4.3.6.	Arthrographie	90
4.3.7.	Arthroskopie	90
4.4.	Operative Versorgung	94
4.5.	Postoperative Versorgung	95
4.5.1.	Immobilisierung	95
4.5.2.	Brisement	96
4.6.	Literaturvergleich	97
4.6.1.	Angaben über das Patientengut	97
4.6.2.	Vergleich der einzelnen Kriterien	100
4.6.2.1.	Subjektive Zufriedenheit	100
4.6.2.2.	Schmerzen	100
4.6.2.3.	Subjektive Behinderung	100
4.6.2.4.	Sportfähigkeit	101
4.6.2.5.	Beweglichkeit	101
4.6.2.6.	Stabilität	102
4.6.2.7.	Ergebnisse reiner Innenbandläsionen	102
4.6.2.8.	Ergebnisse reiner vorderer Kreuzbandläsionen	103
4.6.2.9.	Ergebnisse kombinierter Läsionen	103
4.6.2.10.	Gesamtergebnis aller Läsionen	103
5.	Zusammenfassung	105
6.	Literaturverzeichnis	106

1. Einleitung

Von allen Gelenken des menschlichen Körpers wird das Kniegelenk am häufigsten verletzt. Dabei führt vor allem die Zunahme des Breitensportes durch starke Belastung des Gelenkes häufig zu einer Überschreitung der Toleranzgrenze der stabilisierenden Faktoren.

Die Problematik der Behandlung der akuten Kapselbandverletzungen liegt zunächst in der exakten Diagnostik. Eine Fehldeutung der Läsion führt häufig zu insuffizienter Behandlung, sodaß später nur noch ein sekundärer plastischer Eingriff möglich ist, während sich die sofortige operative Behandlung doch immer mehr als Methode der Wahl darstellt. Die operative Therapie muß dabei besonders auf exakte Rekonstruktion der anatomischen und biomechanischen Strukturen achten, da nur bei deren Erhaltung die Wiederherstellung der ungestörten Funktion und Leistungsfähigkeit des Kniegelenkes gewährleistet ist. Ein Teil dieser Arbeit dient daher dem Überblick über die Funktion und Anatomie des Kniegelenkes. Bei der Besprechung der Diagnostik wird auf die Aussagemöglichkeit der einzelnen Untersuchungen Wert gelegt.

Wegen der zentralen Bedeutung eines intakten Kniebandapparates für die Gelenkintegrität ist eine Überprüfung der Ergebnisse der Behandlung von Läsionen dieser Struktur notwendig, um das therapeutische Vorgehen auf seine Leistungsfähigkeit hin zu überprüfen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Behandlungsergebnisse der operativen Versorgung frischer Kniebandläsionen bei 69 Patienten , die in der Zeit von 1975 bis 1981 im Krankenhaus am Urban behandelt wurden, darzulegen. Dazu wurden die wiederhergestellten Strukturen

auf Stabilität, Beweglichkeit und Leistungsfähigkeit hin überprüft und die Patienten bezüglich subjektiver Einschätzung des Ergebnisses sowie noch vorhandener Beschwerden befragt.

Die Ergebnisse der subjektiven Befragung und der klinischen Nachuntersuchung wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten bewertet und statistisch ausgewertet.

Die Arbeit schließt mit einer Darlegung der Ergebnisse anderer Autoren bei der operativen Versorgung frischer Kniebandläsionen sowie dem Vergleich der Ergebnisse untereinander und mit den eigenen Ergebnissen.

1.1. Anatomie

Das Kniegelenk kann in drei Einzelgelenke eingeteilt werden:
- Femoro - Patellar - Gelenk
- mediales Femoro - Tibial - Gelenk
- laterales Femoro - Tibial - Gelenk

Bewegungen sind in den drei Ebenen Beugung und Streckung, Rotation sowie geringfügig als Varus- und Valgusausschläge möglich.

Die Gelenkrollen des Oberschenkels passen sich nur unvollständig in die Gelenkflächen des Schienbeinkopfes ein, es besteht keine knöcherne Führung. Die Inkongruenzen werden durch die zwei Menisci nur gemildert, die aktive und passive Stabilisierung des Kniegelenkes erfolgt somit vornehmlich durch Muskeln, Kapsel und Bänder (94).

Die stabilisierenden Elemente des Knieapparates lassen sich in fünf Komplexe einteilen: medialer, lateraler,

zentraler, dorsaler und ventraler Komplex.

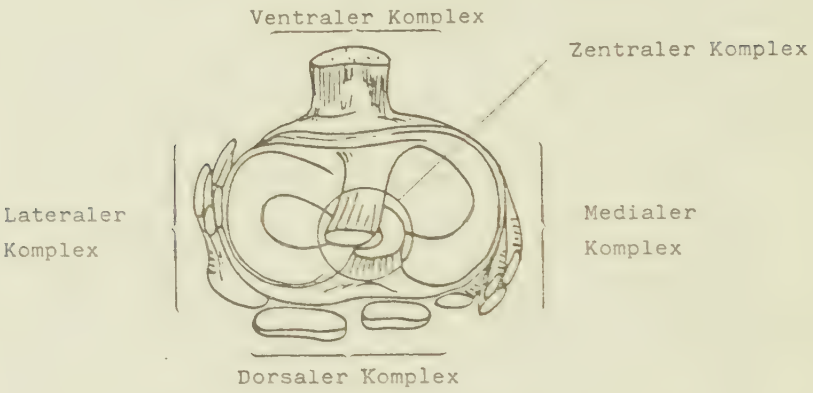

Abb. 1: Schematische Darstellung der fünf Komplexe des Kniegelenkes. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

Da die exakte Rekonstruktion der anatomischen Strukturen bei der operativen Versorgung von Kniebandläsionen Voraussetzung zur Wiederherstellung von Funktion und Leistungsfähigkeit des Kniegelenkes ist, sollen die Strukturen der einzelnen Komplexe im folgenden aufgeführt werden.

1.1.1. Medialer Komplex

Die statischen Strukturen des medialen Komplexes werden wie folgt zusammengefasst:

1. mediales Seitenband (oberflächliche Schicht)
2. mediales Kapselband (tiefe Schicht des medialen Seitenbandes)
3. hinteres Schrägband (posterior oblique ligament)
4. mediales Retinaculum
5. mediale Gelenkkapsel mit hinteren Kapselbändern
6. vorderes und hinteres Kreuzband
7. medialer Meniskus
8. mediale Gelenkkörper von Femur und Tibia.

Die dynamischen Strukturen bestehen aus:

1. M. semimembranosus
2. Pes anserinus: M. sartorius
   M. gracilis
   M. semitendinosus
3. M. vastus medialis
4. M. gastrocnemius (med. Kopf).

Das mediale Seitenband ist das primäre stabilisierende Element der Medialseite des Kniegelenkes gegen Valgusstellung und Außenrotation (30, 50, 81, 96). Es verläuft vom Femurkondylus zur medioventralen Tibia. Bei Beugung des Kniegelenkes steht der vordere Anteil des medialen Seitenbandes unter Zug, während der hintere Anteil entlastet ist.

Das mediale Kapselband ist in allen Segmenten mit dem Meniskus verwachsen, sodaß an der Meniskusbasis eine funktionelle Einheit zwischen Meniskus und Kapselbandapparat besteht (86). Der breitflächige Ansatz des medialen Seitenbandes und des hinteren Schrägbandes am Tibiakopf realisieren das Prinzip einer V-förmigen Anordnung zur Rotationssicherung, die am Kniegelenk mehrfach beobachtet wird (24,40).

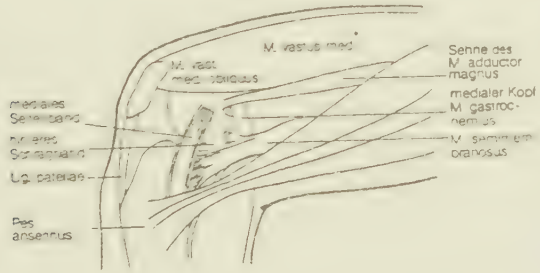

Abb.2: Muskel- und Bandstrukturen der Medialseite des Kniegelenks, Abb. nach Muhr-Wagner (60).

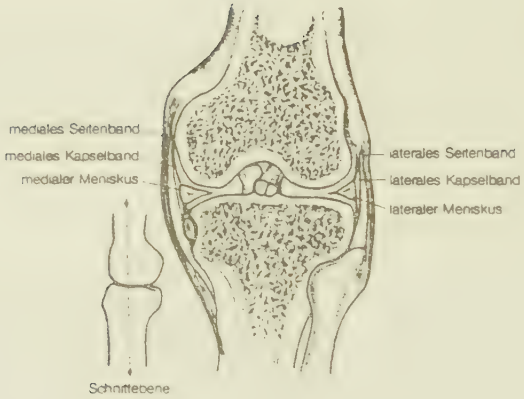

Abb.3: Frontalschnitt durch das Kniegelenk;Abb. nach Muhr-Wagner (60).

1.1.2. Lateraler Komplex

Statische Strukturen des lateralen Komplexes sind:

1. Tractus iliotibialis
2. laterales Seitenband
3. laterale Gelenkkapsel mit dorsalen Kapselbändern
4. Ligamentum arcuatum
5. vorderes und hinteres Kreuzband
6. lateraler Meniskus
7. laterale Gelenkkörper von Femur und Tibia

Die stabilisierenden Muskel-Sehnen -Gruppen auf der Lateralseite sind:

1. M. biceps femoris
2. M. popliteus
3. Lateraler Kopf des M. gastrocnemius mit M. plantaris longus
4. Tractus iliotibialis

Das laterale Seitenband hat in seinem Verlauf vom Femurkondylus zum Fibulakopf keine Verbindung zur Gelenkkapsel, eine Präparation ohne Eröffnung der Kapsel ist

daher möglich.

Das laterale Kapselband ist mit der Meniskusbasis eng verwachsen.

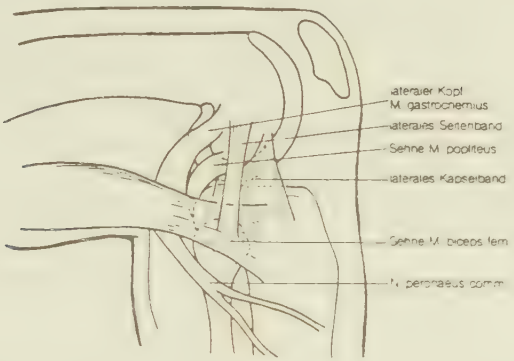

Abb.4: Muskel- und Bandstrukturen der Lateralseite des Kniegelenks.Abb. nach Muhr-Wagner (60).

1.1.3. Zentraler Komplex

Hierunter versteht man die beiden Kreuzbänder sowie den Innen- und den Außenmeniskus.Die Kreuzbänder sind intraartikulär, aber extrasynovial gelegen, da sie eigentlich von hinten in die Fossa intercondylaris eingetreten sind und die Membrana synovialis mitgenommen haben (4).

Das vordere Kreuzband entspringt an der Area intercondylaris anterior tibiae und inseriert halbkreisförmig an der medialen Fläche des lateralen Femurkondylus. Es besteht aus einem antero-medialen und einem postero-lateralen Anteil, wobei ersterer in Beuge- und letzterer in Streckstellung gespannt ist (24,81).Es verhindert die Subluxation der Tibia nach vorne, begrenzt die Innenrotation und die Überstreckung und koordiniert die Roll-Gleit-Bewegung.

Das kräftigere hintere Kreuzband verläuft von der lateralen Fläche des medialen Kondylus zum hinteren Bereich der Eminentia intercondylaris. Der antero-laterale Bandanteil ist in angespanntem Zustand,wenn das Knie gebeugt ist und in weniger angespanntem Zustand, wenn das Knie gestreckt ist. Der postero-mediale Anteil ist sehr straff, wenn das Knie in Überstreckung steht, aber weniger straff, wenn es über 30° gebeugt ist (3). Das hintere Kreuzband verhindert eine Subluxation der Tibia nach dorsal und ein Vorwärtsgleiten des Femur nach ventral, außerdem koordiniert es mit dem vorderen Kreuzband den Roll-Gleit-Vorgang. Die Kreuzbänder werden als zentrale Pfeiler für die Stabilisierung immer mehr in den Vordergrund gestellt(3, 42, 50).

Die Menisken sind im Bereich des Vorder- und Hinterhorns in der Area intercondylaris anterior und posterior verankert.Die beiden Vorderhörner verbindet das Ligamentum transversum genus. Die Außenränder der Menisken sind mit der Gelenkkapsel verhaftet.Die Menisken stellen eine verformbare Ergänzung der Gelenkpfanne dar, indem sie Inkongruenzen ausgleichen, die tibialen Gelenkpfannen vertiefen und als Puffer Druck und Erschütterungen abhalten. Sie gleiten bei Beugung nach dorsal, bei Streckung nach ventral und verschieben sich auch bei Unterschenkelrotation auf dem Tibiaplateau, passen also die Gelenkpfanne den jeweils verschiedenen Krümmungsachsen des Gelenkkopfes an.

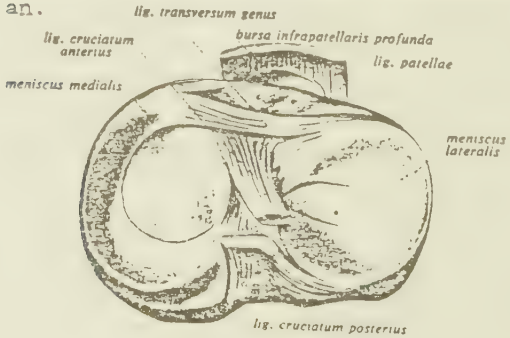

Abb. 5: Tibiakondylen mit Menisci und Ursprüngen der Kreuzbänder. Abb. nach Sobotta-Becher (88).

1.1.4. Dorsaler Komplex

Die passiv stabilisierenden Elemente des dorsalen Komplexes sind:

1. hintere Gelenkkapsel mit Kapselbändern
2. Ligamentum popliteum obliquum
3. Ligamentum arcuatum
4. hinteres Kreuzband
5. Hinterhörner der Menisci

Zu den dynamischen Stabilisatoren gehören:

1. M. popliteus
2. M. gastrocnemius mit M. plantaris longus

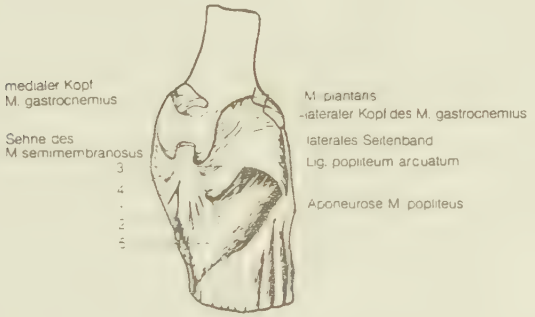

Abb. 6: Aufbau der dorsalen Gelenkkapsel.1-5: Aufzweigungen der M. semimembranosus-Sehne. Abb. nach Muhr-Wagner (60).

Die hintere Kapsel gewährleistet die Seitenstabilität des Kniegelenkes in Streckstellung und verhindert eine Überdehnung.

1.1.5. Ventraler Komplex

Die passiven Stabilisatoren des Kniestreckapparates sind:

1. vorderes Kreuzband
2. mediale und laterale vordere Gelenkkapsel mit dem Retinaculum

3. gesamter vorderer Gelenkraum
   (Hoffascher Fettkörper, vorderer Anteil der Menisken, Gelenkkörper von Femur , Patella und Tibia)

Dem Hoffaschen Fettkörper wird eine druckvertelende Bedeutung im vorderen Gelenkraum zugeschrieben.

Die aktive Stabilisation wird vom M. quadriceps übernommen, der eine funktionelle Einheit mit Patella und Ligamentum patellae bildet, zusammen mit den seitlichen Retinaculae, die als Reservestreckapparate von dem distalen Anteil des M. vastus medialis und lateralis zu Tibia ziehen.

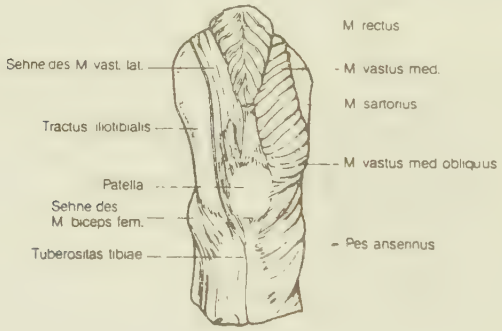

Abb. 7: Frontalansicht eines Kniegelenkes. Abb. nach Muhr- Wagner (60).

1.1.6. Kontrollfunktion der Strukturen

An der Kontrolle der Bewegungen in den verschiedenen Ebenen (Extension, Flexion, Innen- und Außenrotation, Ab- und Adduktion) sind die oben beschriebenen Strukturen in der folgenden Weise beteiligt (92):

Tab. 1: Kontrollfunktion der Strukturen (n. Villiger,92):

Verhinderung der Hyperextension:

beide Seitenbänder
beide Kreuzbänder
hintere Kapselschale
Lig. popliteum obliquum
Vorderhörner der Menisci

Verhinderung der Hyperflexion:

beide Kreuzbänder
Hinterhörner der Menisci
Muskelbäuche des M. gastrocnemius
M. quadriceps (in geringem Maße)

Innenrotationskontrolle:

hintere Anteile des medialen Kapselbandes
hinteres Kreuzband
antero-medialer Anteil des vorderen Kreuzbandes
laterales Seitenband
laterale Kapselschale
Tractus iliotibialis
M. biceps femoris
minimal M. vastus lateralis

Außenrotationskontrolle:

vordere Anteile des medialen Kapselbandes
vorderes Kreuzband
mediales Seitenband
laterales Seitenband
Hinterhorn des Meniskus medialis
M. vastus medialis
M. semimembranosus
Pes anserinus- Gruppe
M. popliteus

1.2. Biomechanik

Die Hauptbewegung des Kniegelenkes findet in der Flexions - Extensions- Ebene statt. Dabei wird die Bewegung von den dynamischen Stabilisatoren kontrolliert, während die statischen Elemente die Bewegung hauptsächlich limitieren (24). Dieser Bewegung des Kniegelenkes liegen mathematische und geometrische Grundgesetze zugrunde, nach denen das Knie "konstruiert" ist und demzufolge seine Bewegungen nach zwingenden geometrischen Gesetzen ablaufen (54).

Die Rekonstruktion verletzter Elemente muß diese Gesetze beachten, um eine uneingeschränkte Funktion des Knies zu gewährleisten.

1.2.1. Modell der Viergelenkkette

Den Kreuzbänder kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie in erster Linie als Angelpunkt für die Bewegung und Stabilisierung der Drehachse des Kniegelenkes verantwortlich sind. Aus der Anordnung der Kreuzbänder kann nach den Gesetzen der ebenen Kinematik der Bewegungsablauf in der Sagittalebene (Flexion-Extension) erschlossen werden. Dazu wird das Kniegelenk einem mechanischen System, der sog. geschlossenen ebenen kinematischen Viergelenkkette, zugeordnet. Diese wird gebildet von den Kreuzbändern in ihrer Verbindung zu Femur und Tibia (24, 54). Diese Zuordnung ist unter den Voraussetzungen möglich, daß man die Schlußrotation im Knie außer acht läßt und unterstellt,daß die Kreuzbänder in jeder Bewegungsphase in ihrer vollen Länge entfaltet sind, wenn auch mit variierendem Zug (57). Unter Zugrundelegung dieser Annahmen sind bei Fixation eines der Kettenpunkte die Bewegungen der übrigen Kettenglieder determiniert.

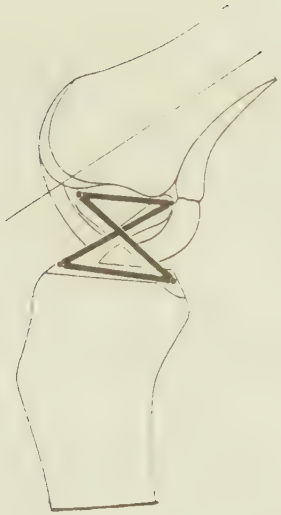

Abb. 8: Schematisierung der Kreuzbänder und der punktförmigen Viergelenkkette. Abb. n. Hackenbruch-Henche (24).

1.2.2. Verlauf der Polkurven

Aus den biomechanischen Untersuchungen ergibt sich, daß die Lage des Neutralpunktes oder Drehpunktes des Kniegelenkes dem Schnittpunkt der Kreuzbänder entspricht. Die Summe der augenblicklichen Drehpunkte bei Flexion ergibt eine Kurve, die sog. Polkurve. Je nachdem, ob man bei den Untersuchungen Tibia oder Femur als fixiertes Standglied wählt, ergeben sich zwei Polkurven mit unterschiedlichem Verlauf, die als "Rastpolkurve " und "Gangpolkurve" bezeichnet werden (54). Es ergibt sich logisch aus der geometrischen Konstruktion. daß in jeder Gelenkstellung die entsprechenden Punkte der Rastpolkurve und der Gangpolkurve zur Deckung kommen (48).

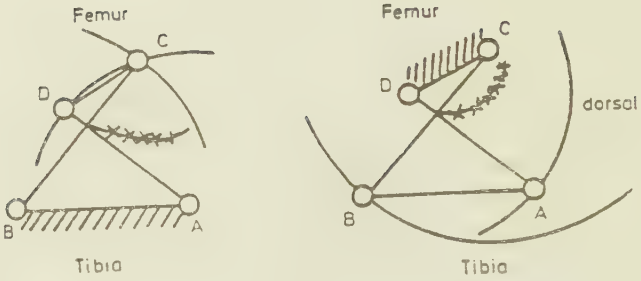

Abb. 9: Konstruktion der Polkurven (Kreuze). Abb. nach Schweiberer-Hertel (83).

1.2.3. Roll- Gleit- Integration

Aus der Konstruktion der Kontaktpunkte zwischen Femur und Tibia nach dem Modell der Viergelenkkette ergibt sich, daß es sich bei der Bewegung im Kniegelenk weder um ein reines Gleiten noch um ein reines Rollen handeln kann, vielmehr handelt es sich um eine kombinierte Roll-Gleit- Bewegung.

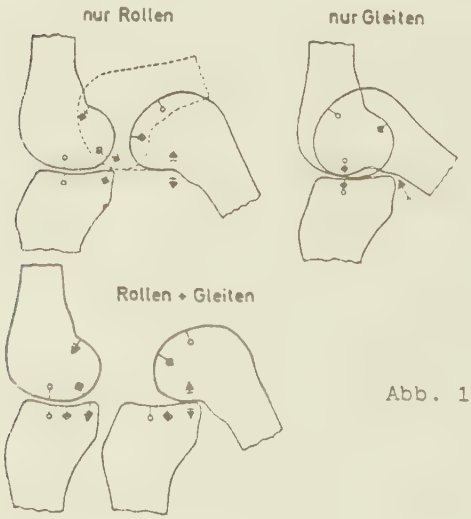

Abb. 1o: Roll- Gleit- Integration im Kniegelenk.Abb. nach Schweiberer-Hertel (83).

Im Verlauf der Flexionsbewegung bleibt das Verhältnis des Rollgleitens nicht immer gleich, zu Beginn der Flexion ist die Rollbewegung, am Ende die Gleitbewegung stärker ausgeprägt. In Streckung beträgt das Verhältnis zwischen Roll- und Gleitbewegung etwa 2:3, in Beugung verändert es sich bis 1:4 (58)

1.2.4. Retropositio femoris

Aus der Anordnung der Kreuzbänder kann die Retropositio femoris bei feststehendem Unterschenkel und zunehmender Beugung abgeleitet werden, da die Schnittpunkte der Kreuzbänder als Drehpunkt und Bewegungszentrum nach dorsal wandern (24).

Abb. 11 (li.): Festlegung der Tibiaachse im Verhältnis zum Femur bei max. Streckung. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

Abb. 12 (re.): Beugestellung des Kniegelenkes mit deutlicher Retropositio femoris (Pfeil) gegenüber Abb. 11. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

1.2.5. Neutralpunkt

Die Kreuzungspunkte der Seitenbänder liegen zusammen mit dem Kreuzungspunkt des überschlagenen Kreuzbandvierecks jeweils auf der momentanen Flexionsachse des Kniegelenkes (57). Dies wird auch dadurch ermöglicht, daß das mediale Seitenband so gebildet ist, daß sich bei Flexion die vorderen Fasern,anstatt locker zu werden, am Drehpunkt aufwinden und selber nachspannen (sog. Rollphänomen) (57, 77). Die Kenntnis dieses Kreuzungspunktes ist besonders wichtig für die exakte Rekonstruktion des Kniegelenkes, da der Neutralpunkt erhalten bleiben muß. Nur die am mechanischen Neutralpunkt liegenden Strukturen versprechen Stabilität (24,57).

1.2.6. Bewegungsumfang des Kniegelenkes

Die Extension und Flexion werden begrenzt durch das Verhältnis der Kreuzbänder zum Dach der Fossa intercondylaris: in maximaler Streckung steht das vordere Kreuzband, in maximaler Beugung das hintere Kreuzband parallel zu ihr. Da das Dach der Fossa intercondylaris mit dem Femurschaft in einem Winkel von 40° steht, ergibt sich daraus der normale Bewegungsumfang von 140° als Komplementärwinkel von 40°(24,57). Durch diesen Winkel von 40° sind die Voraussetzungen für eine Streckstellung des Kniegelenkes und für die Festigkeit des Standbeins gegeben (54).

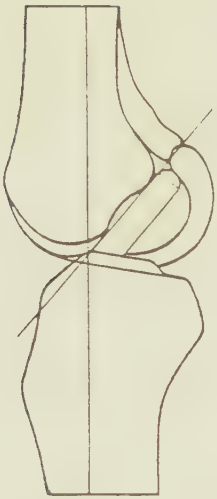

Abb. 13: Verlauf des vorderen Kreuzbandes in Streckung, Begrenzung der Streckung. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

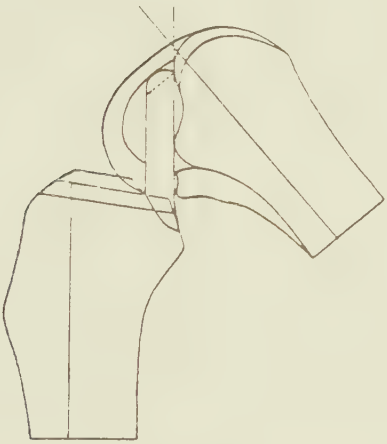

Abb. 14: Hinteres Kreuzband in maximaler Beugung, Begrenzung der Beugung. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

2. Material und Methoden

2.1. Diagnostik und Pathophysiologie

2.1.1. Unfallmechanismen

Die Kniebandläsion entsteht durch ein Mißverhältnis zwischen der Belastungsfähigkeit der biologischen Struktur und der tatsächlich erfolgten Belastung. Besonders gefährdet ist das Knie in Flexionsstellung: die Knieachse wandert dabei nach dorsal, es kommt zu einer Lockerung der Kniebänder und zu einer relativen Insuffizienz der seitlichen passiven Stabilisatoren, die seitliche Rotationsbereitschaft nimmt dadurch zu. Bei Einwirken seitlicher Kräfte kommt es zunächst zur Erregung der dehnungsempfindlichen Spindeln der Kniebänder, die dann über spinale Reflexbögen eine Anspannung der Muskulatur auslösen (99). Die Stabilität wird dann also aktiv durch Muskeln, hauptsächlich den M. quadriceps femoris, gewährleistet. Erst wenn die Kräfte die schützende Muskelspannung übersteigen, bzw. wenn die Spannung ungenügend ist, kann es zu Verletzungen der Kniebänder, Menisken oder der Patellla kommmen (34,52,99).

2.1.2. Anamnese

Zunächst ist eine genaue Schilderung des Unfalls durch den Patienten notwendig. Das Auftreten verschiedener Symptome in ihrer Qualität und Quantität sowie der zeitlichen Reihenfolge nach dem Trauma sind erwähnenswert. Es muß festgestellt werden, wann, wo und wie stark die Schmerzen, Schwellungen, Blutunterlaufungen, Bewegungseinschränkungen, Belastungsunfähigkeit etc. aufgetreten sind.Der Patient ist zu befragen, ob er beim Unfallereignis ein hörbares Geräusch vermerkt hat, und ob ein subjektives Gefühl der Blockierung, Verrenkung

oder Instabilität vorliegt. Eine bereits stattgefundene Behandlung muß ermittelt werden. Bei länger zurückliegenden Kniegelenksinstabilitäten muß auch nach Behinderung in Sport und Alltag, beim Treppensteigen, Schwierigkeit beim Sitzen, Stehen oder Knien, Knacken oder Schnappen des Knies, Schwächegefühl im Gelenk und gelegentlichem Anschwellen des Knies gefragt werden. Ermittelt werden müssen weiter Beschwerden, die durch frühere Knieverletzungen, Operationen oder familiäre Gelenkleiden hervorgerufen sind.

2.1.3. Klinische Untersuchung

2.1.3.1. Inspektion

Die Inspektion berücksichtigt zunächst den Gang des Patienten (Hinken, Stock o. a.), dann Achsabweichungen und gröbere Fehlstellungen der Patella, Hämatome, Muskelatrophien, Ergüsse und Schwellungen werden festgestellt. Manchmal kann sich bereits inspektorisch eine spontane hintere Schublade zeigen.

2.1.3.2. Palpation

Die Palpation dient in erster Linie zum Nachweis eines Gelenkergusses oder einer Kapselschwellung. Die Prüfung auf einen Gelenkerguß erfolgt durch Auspressen des oberen Recessus und Ballottement der Kniescheibe bei deren Palpation; sie sollte möglichst vor Ausbildung eines Hämarthros oder Muskelspasmus durchgeführt werden. Ein Hämarthros ist ein Hinweis auf eine größere Kniebandverletzung (12, 33, 59).

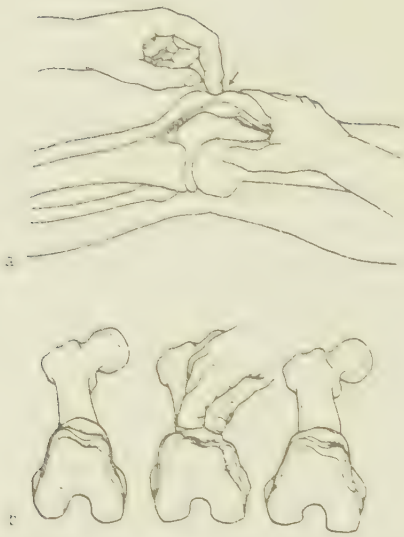

Abb. 15: Prüfung eines intraartikulären Ergusses.
a) Ballottement der Patella
b) Vorwölben des Recessus.
Abb. nach Muhr - Wagner (60).

Nach Angabe des Patienten werden die Schmerzpunkte palpiert und den anatomischen Strukturen zugeordnet. Sie können wichtige Hinweise auf die Lokalisation der Bandverletzung sein (9). Besonders bekannt ist der sog. "Skipunkt" am proximalen Ansatz des medialen Seitenbandes (32, 92). Weiterhin erfolgt eine Untersuchung der Bänder auf ihre Kontinuität. Man tastet bei Beugung des Knies zwischen Femur und Tibia das gesunde Innenband als einen derben sich einrollenden Strang mit unterschiedlichem Zustand bei Innen- und Außenrotation. Ein Fehlen dieses "Rollphänomens" deutet auf eine Läsion des medialen Seitenbandes hin (77). Schließlich wird das Knie auf lokale Überwärmung und auf evtl. Narben, insbesondere deren Reizlosigkeit und Verschiebbarkeit, untersucht.

2.1.3.3. Funktionsprüfung

Im Rahmen der Funktionsprüfung erfolgt zuerst die Prüfung der motorischen und sensiblen Nervenfunktion der unteren Extremität.Die das Kniegelenk umspannenden Muskelgruppen werden dazu auf Kraft, Funktion und Kontinuität hin untersucht.

Danach wird die aktive und passive Beweglichkeit des Knies geprüft. Gelenkblockierungen werden durch frische und veraltete Meniskusrisse, freie Gelenkkörper und gelegentlich durch Einklemmungen des gerissenen vorderen Kreuzbandes verursacht (35).

Auf eine evtl. Überstreckbarkeit des verletzten Knies ist zu achten.

2.1.3.4. Stabilitätsprüfung

2.1.3.4.1. Klassifikation der Instabilitäten

Der Stabilitätsverlust wird in Schweregraden angegeben, die die Verschiebbarkeit oder Aufklappbarkeit des Knies im Verhältnis zur gesunden Seite bezeichnen. Die Einteilung in die verschiedenen Kategorien erfolgt nach subjektiver Bewertung durch den Untersucher und kann durch gehaltene Röntgenaufnahmen objektiviert werden. Es werden Schweregrade von 0 bis 3+ unterschieden. Dabei bedeutet:

0 = keine Instabilität
1+= Instabilität kleiner als 5 mm = leichte Instabilität
2+= Instabilität 5-10 mm = mittlere Instabilität
2+= Instabilität > 10 mm = schwere Instabilität

Die klinisch-anatomische Einteilung erfolgt in die Kategorien einfache Instabilität, Rotationsinstabilität und kombinierte Instabilität (24).

Tabelle 2: Klinisch- anatomische Einteilung der Instabilitäten.

Einfache Instabilitäten

mediale Instabilität
laterale Instabilität
vordere Instabilität
hintere Instabilität

Rotationsinstabilitäten (in 2 Bewegungsebenen)

antero- mediale Instabilität
antero- laterale Instabilität
postero- laterale Instabilität
postero- mediale Instabilität

Kombinierte Instabilitäten (in ≥ 2 Bewegungsebenen)

antero- mediale/ antero- laterale Instabilität
antero- laterale/ postero- laterale Instabilität
antero - mediale/ postero- mediale Instabilität
antero- mediale/ postero- laterale Instabilität
sowie totale Instabilität z. B. nach Kniegelenksluxation.

Die antero- mediale Instabilität wird durch eine Kombinationsverletzung von medialem Seitenband, medialem Meniskus und vorderem Kreuzband hervorgerufen, sog. "unhappy triad" (65, 67).

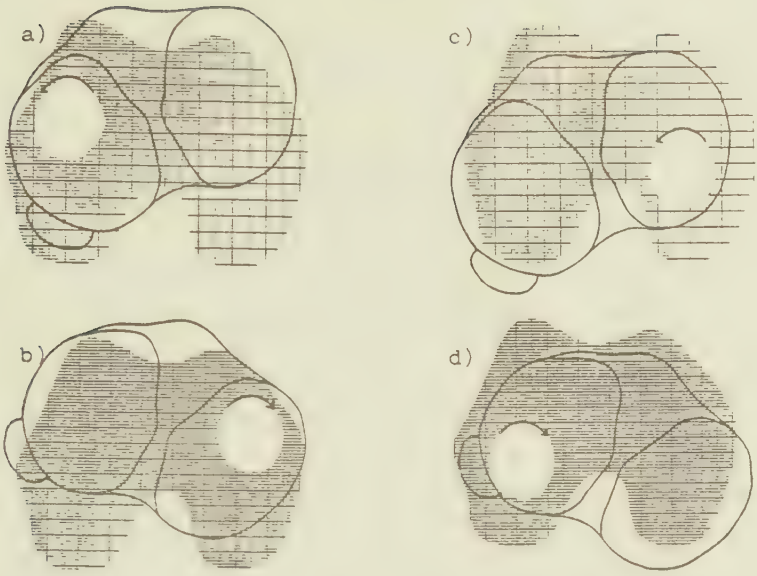

Abb. 16: Rotationszentrum des Kniegelenks bei a) antero- medialer, b) antero- lateraler, c) postero-lateraler, d) postero- medialer Instabilität. Abb. nach Hackenbruch-Henche (24).

Abb. 17: Die "unhappy triad". Abb. nach O' Donoghue (65).

Den verschiedenen Formen von Instabilitäten lassen sich verschiedene Unfallmechanismen und Kombinationen von klinischen Zeichen zuordnen.

Tabelle 3: Zuordnung von Instabilität, Unfallmechanismus und klinischen Zeichen

Art der Instabil.	Unfallmechanism.	Klinische Zeichen
einfache Instab.:		
med. Instab.	Valgustrauma	pos. Abduktionstest
later. Instab.	Varustrauma	pos. Adduktionstest
vord. Instab.	dorso-ventrales Trauma	vord. Schublade, pos. Lachmann-Test, Pivot-Shift-Zeichen
hint. Instab.	dorso-ventrales Flexionstrauma	hintere Schublade
Rotationsinstab.:		
antero- mediale Instabil.	Valgus-Außenrot.-Flexionstrauma	vord. Schubl.(AR+NR), pos. Abduktionstest; pos. Lachmann-Test, Pivot-Shift-Zeichen
antero- later. Instabil.	Varus-Innenrot.-Flexionstrauma	vord. Schubl.(IR+NR), pos. Adduktionstest, Pivot-Shift-Zeichen
postero- lat. Instabil.	Innnenrot.-Flexionstrauma	hint. Schubl. (AR+NR), pos. Adduktionstest, Pivot-Shift-Zeichen, pos. Außenrot.-Recurvatum-Test
postero- med. Instabil.	Außenrot.-Flexionstrauma	hint. Schubl.(IR+NR), pos. Abduktionstest

2.1.3.4.2. Klinische Tests

Art und Grad der Instabilität werden im Seitenvergleich geprüft. Neben der Schmerzhaftigkeit- Dehnung des Bandes führt zur Schmerzverstärkung (9)- muß bei der Aufklappbarkeit oder Verschiebung die Art des Anschlags beurteilt werden.Der Anschlag ist bei intaktem Band härter, bei gerissenem Band sanft und unbestimmt (50). Bei Punktion des Knies kann ein Lokalanästhetikum installiert werden, um die Schmerzhaftigkeit der Untersuchung v.a. bei Rotationsinstabilitäten herabzusetzen.

Die im folgenden aufgeführten diagnostischen Methoden der Erstuntersuchung wurden zum großen Teil auch in der hier vorliegenden Untersuchung angewendet, um die operativ versorgten Kniegelenke auf ihre Stabilität und Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen.

Abduktions-/ Adduktionstest

Die Prüfung der medialen und lateralen Stabilität des Kniegelenkes wird in Streckstellung und in 30° Beugestellung durchgeführt, da die Läsion seitlicher Strukturen in Streckstellung nur bei gleichzeitiger Läsion der hinteren Kapselschale zur Instabilität führt, die hintere Kapsel bei 30° Beugung aber entspannt ist. Bei verletzungsbedingtem Streckdefizit (Schonhaltung) wird in dieser Stellung untersucht.Die Prüfung erfolgt nach folgender Methode: die eine Hand des Untersuchers hält den Fuß des Patienten am Sprunggelenk, mit der anderen Hand wird in Höhe des Tibiakopfes eine Varus- oder Valgusbelastung durchgeführt.

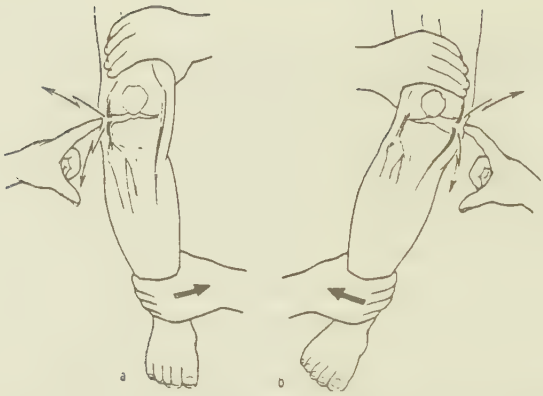

Abb. 18: Lokaler Druckschmerz und Aufklappbarkeit des Gelenkspaltes a) bei Verletzung des Außenbandes bei Adduktion und b) bei Verletzung des Innenbandes bei Abduktion des Unterschenkels. Abb. nach Cotta (9).

Als verletzte Strukturen bei positivem Ausfall des Abduktionstestes kommen mediales Seitenband, mediales Kapselband, vorderes und hinteres Kreuzband in Betracht, evtl. unter Mitbeteiligung des Meniskus. Bei Instabilität in Streckstellung liegt immer eine zusätzliche Verletzung der dorsalen Kapsel vor (12, 35, 39).

Ein positiver Adduktionstest deutet auf eine Verletzung des lateralen Bandapparates mit evtl. Kreuzbandbeteiligung oder Meniskusverletzung hin.

Eine laterale Aufklappbarkeit von mehr als 25 mm ist immer Hinweis auf eine zusätzliche Kreuzbandruptur (8,83).

Rotationsprüfung

Die Rotation wird als Außen- und Innenrotation bei freihängendem Kniegelenk in 90° Beugung durchgeführt. Vermehrte Außenrotation liegt bei Läsion des medialen, vermehrte Innenrotation bei Verletzung des lateralen Komplexes vor.

Prüfung des vorderen Schubladenzeichens

Die Prüfung der vorderen Schublade erfolgt in Neutralstellung bei 90° und 60° Beugung sowie in 15° Innen- und 30° Außenrotation ebenfalls bei 90° und 60° Beugung (85, 87). Der Patient liegt auf dem Rücken, das Kniegelenk ist gebeugt, der Untersucher sitzt auf dem Vorfuß des Patienten. Beide Hände umfassen den Tibiakopf, sodaß der Daumen parallel zum Ligamentum patellae liegt. Mit den Zeigefingern wird die Entspannung der Kniegelenksbeuger geprüft. Die Auslösung der Schublade erfolgt durch wiederholtes und abwechselndes Vorwärtsziehen und Rückwärtsschieben des Tibiakopfes in der Sagittalebene.

Das positive vordere Schubladenzeichen wird in der Trias mit Überstreckbarkeit und vermehrter Innenrotaion als typisches Zeichen einer Verletzung des vorderen Kreuzbandes angesehen (41, 39).Ob daneben immer eine Verletzung des medialen und / oder lateralen Bandappartes vorliegen muß (evtl. unter Mitbeteiligung des Meniskus) , ist strittig.

30° AR NR 15° IR

Abb. 19: Rotationsstellungen des Kniegelenkes.
Abb. nach Slocum (87).

Abb. 20: Prüfung des Schubladenphänomens. Abb. nach Müller(58).

Lachmann- Test

Ist die Prüfung der vorderen Schublade bei akut verletztem Knie wegen Beugehemmung nicht möglich, hat sich der Lachmann- Test bewährt: das Schubladenphänomen wird bei 10- 20° Beugung geprüft. Der Untersucher umfaßt mit einer Hand den distalen Femur von lateral, mit der anderen Hand den Tibiakopf von medial und führt

Schubladenbewegungen durch.

Der Lachmann- Test ist für isolierte vordere Kreuzbandläsionen empfindlicher als der normale Schubladentest (100, 91).

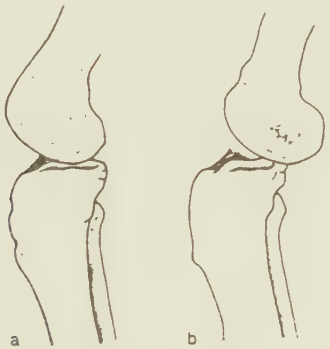

Abb. 21: Lachmann- Test. Auslösung einer vorderen Schublade in 10- 20° Beugung bei Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Abb. nach Muhr- Wagner(60).

Überstreckungstest

Bei diesem Test wird zunächst die aktive Überstreckbarkeit des Beines im Stand oder Gehen überprüft. Dann wird das Bein des liegenden Patienten an den Zehen hoch gehoben und die Überstreckbarkeit im Seitenvergleich überprüft.

Bei frischer Verletzung ist die Überstreckbarkeit Zeichen für eine Verletzung des vorderen Kreuzbandes, allerdings nur bei gleichzeitiger Durchtrennung der dorsalen Kapsel. Die isolierte vordere Kreuzbandruptur kann daher auch hier nicht sicher ermittelt werden.

Tests zur Überprüfung der antero- lateralen Rotationsinstabilität

Bei Insuffizienz des vorderen Kreuzbandes kann es unter Innenrotation und Abduktion bei endgradiger Streckung zu einer Subluxation des lateralen Tibiakopfes nach vorne im Sinne einer antero- lateralen Rotationsinstabilität kommen. Bei weiterer Beugung (30- 50°) reponiert sich der Tibiakopf mit fühlbarem Ruck, da der Tractus iliotibialis nach vorne rutscht. Die Roll- Gleit- Bewegung ist gestört: das anfängliche Rollen des Femurkondylus wird so durch ein plötzliches Gleiten abgelöst.

Die Subluxation tritt am häufigsten bei chronischen Formen mehrere Wochen bis Monate nach dem Trauma auf und ist als akute antero- laterale Instabilität selten (80).

- Pivot- Shift- Test nach Mc Intosh und Galway (17): Bei diesem Test wird das Kniegelenk in gestreckte Stellung gebracht. Der Untersucher hält mit der einen Hand die Ferse in Innenrotation und mit der anderen Hand umfaßt er den dorsolateralen Tibiakopf. Bei Schädigung des lateralen Kompartiments und des vorderen Kreuzbandes wird der laterale Tibiakondylus jetzt gegen den Femur nach vorne subluxiert sein. Wird nun mit der Hand am Tibiakopf eine valgisierende Kraft ausgeübt, so wird diese Stellung fixiert. Bei gleichzeitiger Beugung des Kniegelenkes kommt es bei etwa 30- 50° Beugung zur plötzlichen Reposition der Subluxation des lateralen Tibiakondylus, die sich als Schnapphänomen bemerkbar macht. Der Patient hat dabei das Gefühl, daß das Knie aushaken will (giving- way- Phänomen).

Eien Abwandlung dieses Tests ist der von Nakajama entwickelte N- Test (61).

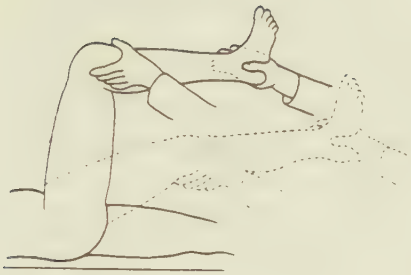

Abb. 22: Pivot- Shift- Test nach Mc Intosh und Galway. Abb. nach Cotta- Krahl (10).

- Jerk- Test nach Hughston (37):
Dieser Test ist die Umkehrung des Pivot- Shift- Tests. Unter Innenrotation und Valgusbelastung wird das Kniegelenk aus der Beugestellung vorsichtig gestreckt, in der charakteristischen Stellung zwischen 30 und 50° tritt die Subluxation des Tibiakopfes nach ventral auf.

- Test nach Slocum (86, 87):
Dieser Test wird in Halbseitenlage des Patienten durchgeführt, der Patient liegt auf der Seite des unverletzten Gelenkes. Dadurch wird lagerungsbedingt ein Valgusstreß mit Innenrotation und Subluxation erzeugt. Die Reposition kann durch langsames Überführen in Beugestellung ausgelöst werden. Dieser Test ist weniger schmerzhaft, jedoch fehlt das deutliche Schnappen.

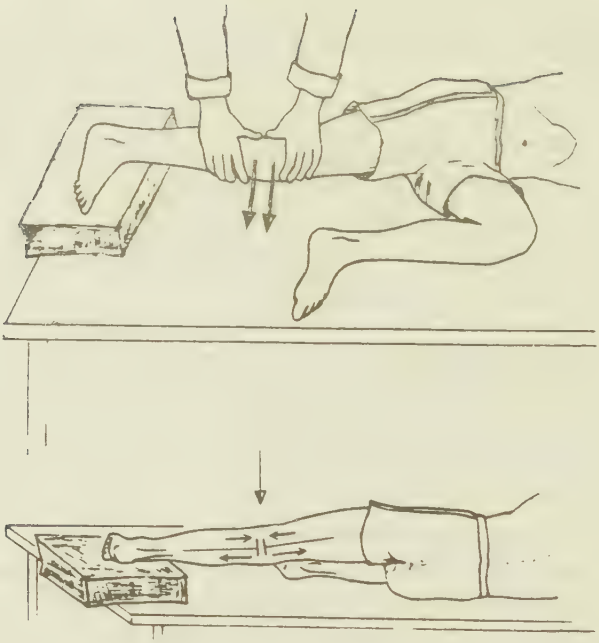

Abb. 23: Schematische Darstellung des Slocum- Tests.
Abb. nach Hackenbruch- Henche (24).

Prüfung des hinteren Schubladenzeichens

Entsprechend der Prüfung der vorderen Schublade wird auch die hintere Schublade in Neutralposition, 30° Außen-und 15° Innenrotation, jeweils bei 90° und 60° Beugung des Kniegelenkes geprüft.Je nach Verletzung des medialen/ lateralen Kapselbandapparates und der dorso-medialen/ dorso- lateralen Kapselschale mit Beteiligung des hinteren Kreuzbandes ergibt sich auch hier wieder eine Rotationsschublade mit Drehpunktsverlagerung zur unverletzten Seite.

Eine spontane hintere Schublade kann von der vorderen Schublade durch Vergleich der Kniegelenkskonturen oder

an Hand seitlicher Röntgenbilder festgestellt werden.

Außenrotations- Recurvatum- Test

Ein ergänzender Test zur Überprüfung der posterolateralen Rotationsinstabilität ist der Recurvatum-Test. Hierbei subluxiert der laterale Tibiakopf nach dorsal, wenn das gestreckte Bein bei vollständiger Muskelentspannung an den Zehen hochgehalten wird. Es resultieren Außenrotation, Varusstellung und Überstreckbarkeit des Beines im Kniegelenk.

2.1.4. Röntgenuntersuchung

2.1.4.1. Standardröntgenuntersuchung

Zur Diagnostik des instabilen Kniegelenkes werden zunächst Leeraufnahmen in verschiedenen Ebenen vom verletzten und vom gesunden Knie angefertigt, um Frakturen und knöcherne Ausrisse zu erkennen. Die Standardröntgenuntersuchung umfasst das a.-p. Bild, das seitliche Bild, Schrägaufnahme, Tunnelaufnahme und seitliche Patellaaufnahme. Die a.-p.- Aufnahme dient der Übersicht das seitliche Bild zeigt die Patella, die Schrägaufnahme ist zur genauen Analyse von Tibiakopffrakturen nützlich und in der seitlichen Patellaaufnahme können das Femoro- Patellar- Gelenk und die Patellastellung beurteilt werden. Mit Tunnelaufnahmen kann die Fossa intercondylaris frei projiziert werden, freie Gelenkkörper, knöcherne Ausrisse der Kreuzbänder oder Osteochondrosis dissecans können diagnostiziert werden (55).

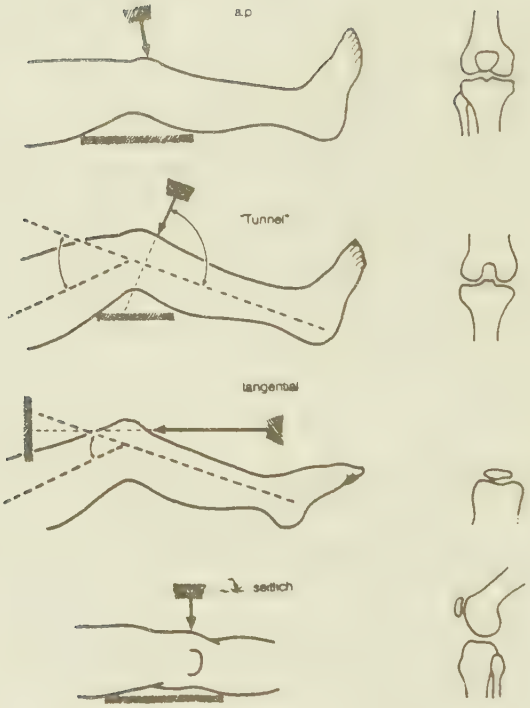

Abb. 24: Standardröntgenaufnahmen zur Untersuchung des Kniegelenkes. Abb. nach Muhr-Wagner(60).

2.1.4.2. Gehaltene Aufnahme

Zur Dokumentation von bestehenden Seitenband- oder Kreuzbandverletzungen sind zusätzlich zu den Standardröntgenaufnahmen gehaltene Aufnahmen nützlich. Bei Kindern sind gehaltene Aufnahmen unbedingt zu fordern, um Epiphysenlösungen differentialdiagnostisch ausschliessen zu können. Indikation ist weiterhin die Differentialdiagnose der vorderen zur hinteren Schublade, wenn diese nicht klinisch einwandfrei festzustellen ist (24, 58, 59). Dies kann im Vergleich mit

der Gegenseite im seitlichen Strahlengang durch Doppelbelichtung der Platte geschehen (99).

Die gehaltene Aufnahme wird unter Zuhilfenahme eines Holzklotzes, eines Kniebänkchens (39), eines Haltegerätes oder mit manueller Haltung hergestellt.

Abb. 25: Technik der gehaltenen Röntgenaufnahme.
Abb. nach Weibel (98).

2.1.4.3. Xeroradiographie

Dir Xeroradiographie ist ein Abbildungsverfahren, bei dem das Bild nicht wie herkömmlich auf foto-chemischem, sondern auf elektro-physikalischem Wege entsteht. Eine elektrostatisch aufgeladene Selenschicht wird durch Röntgenstrahlen entladen, sodaß ein Entladungsbild entsteht, das auf Spezialpapier übertragen wird. Auf Grund der dabei entstehenden verstärkten Randkonturen lassen sich Gewebsschichten unterschiedlicher Dichte gut darstellen (90), was v. a. beim Hämatom oder Schwellungen von Nutzen ist.

2.1.4.4. Arthrographie

Die Kontrastfüllung des Gelenkraumes mit anschließender Röntgenaufnahme dient dem Nachweis von Anomalien, degenerativen Veränderungen und Verletzungen der Menisken- v. a. des Hinterhorns des medialen Meniskus (10)- sowie der Darstellung der Gelenkkapsel und der Kreuzbänder (15). Bei einem posttraumatisch entstandenen Erguß kann die Kontrastmittelinjektion durch die Punktionskanüle erfolgen (82).

Bei der Doppelkontrast- Arthrographie werden 4-8 cm^3 Kontrastmittel in 40- 80 cm^3 Luft in das Kniegelenk injiziert. Der Meniskus wird dadurch mit einem Kontrastmittelfilm überzogen, die Luft hebt ihn vom umgebenden Knorpel ab. Defektbildungen werden so besser sichtbar.

2.1.4.5. Computertomographie (CT).

In Verbindung mit der Doppelkontrast- Arthrographie ist eine Untersuchung der Kreuzbänder auch im CT möglich, wobei Aufbau und Länge der Bänder festgehalten werden können. Auch die Menisken werden dargestellt. Die Kreuzbänder können bei dieser Untersuchung in drei Projektionen sichtbar gemacht werden (71, 72).

2.1.5. Arthroskopie

Eine Indikation zur Arthroskopie liegt bei allen Distorsionen des Kniegelenkes vor, bei denen klinisch oder diagnostisch der Verdacht auf eine Bandläsion besteht, klinisch nur eine minimale Instabilität besteht oder

eine vorbestehende Instabilität bekannt ist (78). Als Zeitpunkt für die Arthroskopie ist der frühstmöglichste Zeitpunkt indiziert (44).

In der Regel wird die Arthroskopie in Lokalanästhesie durchgeführt, was jedoch durch mangelnde muskuläre Entspannung des Patienten erschwert sein kann (43). Soll sich an die Arthroskopie eine sofortige Operation anschließen, wird daher primär eine Allgemeinnarkose oder Spinalanästhesie mit Blutleere eingeleitet (21). Der Eingriff selbst wird immer unter Operationsbedingungen entsprechend der Arthrotomie durchgeführt (29).

Routinemäßig erfolgt der Zugang mittels Stichinzision von lateral- distal. Über den medianen Zugang durch das Ligamentum patellae gewinnt man einen guten Einblick in die Fossa intercondylica und die hintere Kapselregion. Zur Beurteilung des hinteren Kreuzbandes sind evtl. Zugänge von dorsal, medial oder lateral erforderlich (78). Nach Einführen des Instruments wird zur Entfaltung des Knieweichteilmantels das Kniegelenk mit Flüssigkeit, Luft oder Gas gefüllt, wobei die Strukturen bei Füllung mit Flüssigkeit nicht so klar zu erkennen sind wie bei Gasfüllung(44, 79).

Die Inspektion beginnt mit der Betrachtung der Patellarückfläche, dann des Recessus suprapatellaris, anschließend des Femurkondylus und des Kapselbandapparates. Bei Flexion des Kniegelenkes können der mediale und laterale Meniskus und die Fossa intercondylica mit den Kreuzbändern eingesehen werden. Nach Abschluß der Inspektion werden suspekte Bezirke noch einmal aufgesucht und zur Dokumentation und Verlaufskontrolle fotografiert (21).

2.2. Therapie

2.2.1. Primärversorgung

Die Primärversorgung am Unfallort erfolgt durch sofortige Immobilisation, Anästhesie des Gelenkes durch Kälte, schonenden Transport (69) sowie wenn möglich Rekonstruktion des Unfallhergangs (47). Jede weitere Art der Behandlung zielt auf die vollständige Rekonstruktion der ursprünglichen Strukturen (7, 73).

2.2.2. Operative Versorgung

Vor der Operation wird die Diagnostik durch Untersuchung des Kniegelenkes in Anästhesie ergänzt. Die Eröffnung erfolgt je nach Lokalisation der Verletzung, in der Regel durch Payr- Schnitt.

Bei Ausriß der Kreuzbänder erfolgt die Reinsertion durch Fassen des Bandes mit zwei nicht resorbierbaren Fäden, die durch transossäre Bohrkanäle an Tibia oder Femur geführt werden und außerhalb des Gelenkes unter Spannung geknotet werden (7, 22, 39, 56). Dabei muß vor allem auf den exakten Reinsertionspunkt geachtet werden. Die doppelte Fassung des Kreuzbandes mit zwei Fäden ist notwendig, um die physiologische Verwindung des Bandes zu erhalten (39).

Die hintere Kreuzbandruptur kann durch Primärversorgung erfolgreich behandelt werden, da dieses Band besser durchblutet ist als das vordere Kreuzband und weniger rasch schrumpft (24). Bei Ausriß des hinteren Kreuzbandes aus dem Tibiakopf ist ein gesonderter dorso- lateraler Zugang erforderlich (22).

Die Stabilität wird intraoperativ überprüft. Danach erfolgt die Revision der Gelenkflächen, der Menisci sowie des medialen und lateralen Kompartiments. Der Meniskus soll wann immer möglich reinseriert werden (7). Falls dies nicht möglich ist, erfolgt bei Meniskusriß die Meniskektomie.

Die Reinsertion von am Ansatz ausgerissenen Bändern erfolgt auch bei den Seitenbändern mittels kräftigem Nahtmaterials über Knochenkanäle (3, 22) oder mit Hilfe einer Durchflechtungsdrahtnaht (32, 59, 102). Knöcherne Seitenbandausrisse können mit Spongiosaschraube und Unterlegscheibe refixiert werden. Interligamentäre Risse werden mit feinem Nahtmaterial durch End- zu End- Naht versorgt,wenn ausreichende Bandstümpfe vorhanden sind. Das Innenband wird in mehreren Schichten adaptiert und genäht, zusätzlich muß die Kapsel vor und hinter dem Band sorgfältig genäht werden (6, 28).

Gleichzeitig vorliegende Gefäß-, Knochen- oder Nervenläsionen werden gesucht und versorgt. Bei Zerreissung der Bänder können zusätzlich zur Naht sichernde Transplantate angezeigt sein, in Ausnahmefällen bei schweren Zerreissungen sind primäre Bandplastiken erforderlich, wenn die Bandreste durch zu starke Auffaserung für eine Naht nicht geeignet sind (26, 39, 93). Dazu wird ortsständiges gestieltes Sehnenmaterial zu Hilfe genommen. Medial werden die M. semitendinosus- Sehne oder die M. gracilis- Sehne verwendet, lateral ein Teil der M. biceps- Sehne. Da hierbei vor allem eine zusätzliche Rotationssicherung geschaffen werden soll,wird die Sehne so durch Bohrkanäle in Tibia und Femurkondylus geführt, daß ein vorderer und ein hinterer Zügel entstehen, die jedoch die Beugebewegung des Kniegelenkes nicht behindern dürfen (22, 23).

Jäger- Wirth versorgen ligamentäre mittelständige Risse der Kreuzbänder stets mit einer primären Ersatzplastik mittels eines freien Ligamentum- patellae- Transplantates oder eines gestielten M. semitendinosus- Transplantates, auf dem die Bandreste adaptiert werden (39).

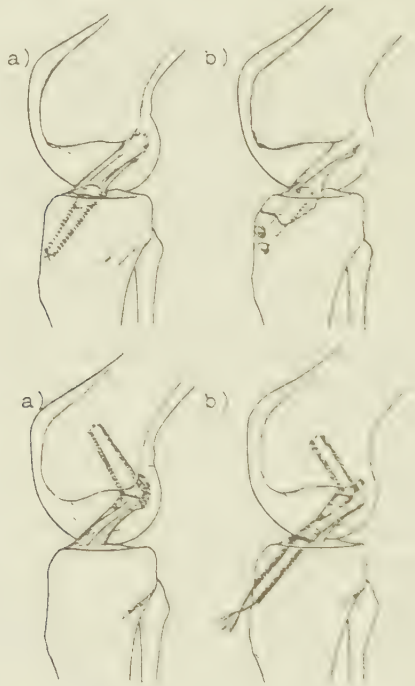

Abb. 26: (oben) Refixation knöcherner tibialer vorderer Kreuzausrisse, a) mittels Drahtcerclage, b) mittels Schrauben. Abb. nach Jäger-Wirth (39).

Abb. 27: (unten) Ligamentäre Abrisse des vord. Kreuzbandes, doppelt gefaßt mit einzelnen Nähten. a) oberer Abriß, b) kombin. unterer Abriß mit oberem Einriß. Abb. nach Jäger- Wirth (39).

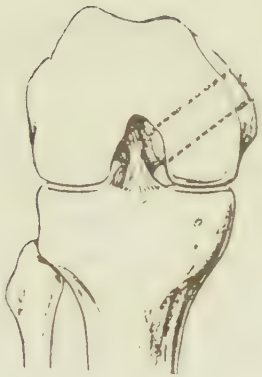

Abb. 28 (links): Ligamentärer Abriß des hinteren Kreuzbandes am Femur, Refixation mit physiol. Verwindung mit 2 Nähten. Abb. n. Jäger-Wirth (39).

Abb. 29 (rechts): Ligam. mittelständ. Ruptur des vorderen Kreuzbandes, primäre Ersatzplastik mit einer Sehne des Pes anserinus. Abb. nach Jäger- Wirth (39).

2.3. Rehabilitation

2.3.1. Immobilisation

Die postoperative Ruhigstellung kann durch verschiedene Maßnahmen gewährleistet werden:

- Anlegen eines Gips- oder Kunstofftutors für 6-8 Wochen
- Oberschenkelliegegips für 3 Wochen, Gehgips für weitere 3 Wochen
- Lagerung auf einer dorsalen Gipsschiene bis zur Wundheilung, dann Anlegen einer Gipshülse oder eines Bewegungsgipses.

Die postoperative Ruhigstellung sollte in einem Beugewinkel erfolgen, in welchem bei neutraler Rotationsstellung des Unterschenkels die beste Bänderschlaffung

vorliegt. Nach Messungen der relativen Bandspannung sind dies für das vordere Kreuzband 60°, das hintere Kreuzband 10- 40°, das Innenband 20- 40°, das hintere Schrägband mehr als 20°, das Außenband 40- 50°. Für Kombinationsverletzungen sind entsprechende Kompromisse notwendig (30).

2.3.2. Krankengymnastik

Die Ruhigstellung des Kniegelenkes führt vor allem zur Atrophie des M. quadriceps, aber auch des M. tensor fasciae latae und der ischiocruralen Muskelgruppe . Dieser Inaktivitätsatrophie soll durch ständige isometrische Übungen entgegengewirkt werden. Diese werden nach Gipsabnahme durch isotonische Bewegungsübungen ergänzt, wobei zunächst eine Streckung von 0° und eine Beugung von 90° anzustreben sind (27). Die Wiederherstellung der Kniestreckung und die Wiedererlangung der Muskelkraft haben dabei Vorrang vor der Beugefähigkeit des Gelenkes (45), da der muskuläre Schutz der überhöhten Beanspruchung der Bänder entgegenwirken kann.

Am Ende der Übungsbehandlung stehen kombinierte Bewegungs- und Belastungsmaßnahmen. Kraulschwimmen und Radfahren erhöhen die Beweglichkeit des Knies ohne allzu große Belastung.

Die Krankengymnastik kann durch physikalische Therapie wie Elektrostimulation der Muskeln oder Hydrotherapie ergänzt werden.

Die volle Belastung des verletzten Beines ist erst nach Tutorentfernung bei Fahigkeit zu völliger Streckung und mindestens 90° Beugung erlaubt, was zumeist frühestens nach 12- 16 Wochen erreicht wird (1,3).

2.3.3. Brisement

Die Durchführung einer Mobilisierung des Kniegelenkes in Narkose kann in jedem Fall nur mit Vorsicht und Fingerspitzengefühl durchgeführt werden, um zarte Verklebungen im Gelenk oder in den Gleitschichten der Streckmuskulatur zu überwinden (75). Es ist ausreichend, einen Winkel von etwas mehr als 90° zu erreichen. Die meisten Patienten erlangen aus dieser Stellung von selber eine weitere Verbesserung der Flexion (58).

2.3.4. Sportfähigkeit

Die Freigabe sportlicher Betätigung, vielfach vom Patienten als Gradmesser angesehen, bedarf stets individueller Indikation. Sportarten mit geringer Belastung für das Kniegelenk sind zum Beispiel Kraulschwimmen, Radfahren, evtl. Waldlauf auf ebenem Boden (Traben) und Skilanglauf. Stärkere Belastungen sind Springen, Geländelauf, Ball- und Kampfsportarten sowie alpiner Skilauf. Nach Distorsion mit Instabilität sieht Krahl eine Belastbarkeit des Kniegelenkes für die oberen Belastungsstufen nach 16- 24 Wochen als gegeben an (46). Probst empfiehlt, mit alpinem Skilauf grundsätzlich eine Saison auszusetzen (75).

2.4. Einteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden eigenen Untersuchung wurden in Anlehnung an Müller (58) in vier Gruppen eingeteilt.

Die Kategorie "sehr gut" umfaßt die Restitutio ad integrum mit:

- subjektiver Beschwerdefreiheit und
- seitengleicher Stabilität und
- freier Beweglichkeit und
- uneingeschränkter Leistungsfähigkeit.

Die Kategorie "gut" umfaßt:

- sporadische Schmerzen oder
- Instabilität bis 1+ oder
- endgradige Bewegungseinschränkung oder
- kaum reduzierte Leistungsfähigkeit.

Die Kategorie "mäßig" umfaßt:

- wiederkehrende Beschwerden oder
- Instabilität bis 2+ oder
- mäßige Bewegungseinschränkung oder
- reduzierte Leistungsfähigkeit wegen funktioneller Beschwerden.

Die Kategorie "schlecht" umfaßt:

- ständige Beschwerden oder
- Instabilität bis 3+ oder
- starke Bewegungseinschränkung oder
- wesentlich reduzierte Leistungsfähigkeit.

3. Eigene Ergebnisse

3.1. Vorstellung des Patientengutes

Untersucht wurden Patienten des Krankenhauses am Urban aus den Jahren 1975 bis 1981.In dieser Zeit waren 98 Patienten wegen frischer Kniebandläsionen operiert worden, davon waren 4 unbekannt verzogen und zwei verstorben. Von den restlichen 92 einbestellten Patienten erschienen 69 (75%) zur Nachuntersuchung. Das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten betrug sowohl in Bezug auf die Operation als auch auf die Nachuntersuchung 7:3. Das Durchschnittsalter lag bei 32.2 Jahren, der jüngste Patient war 15, der älteste 60 Jahre alt.

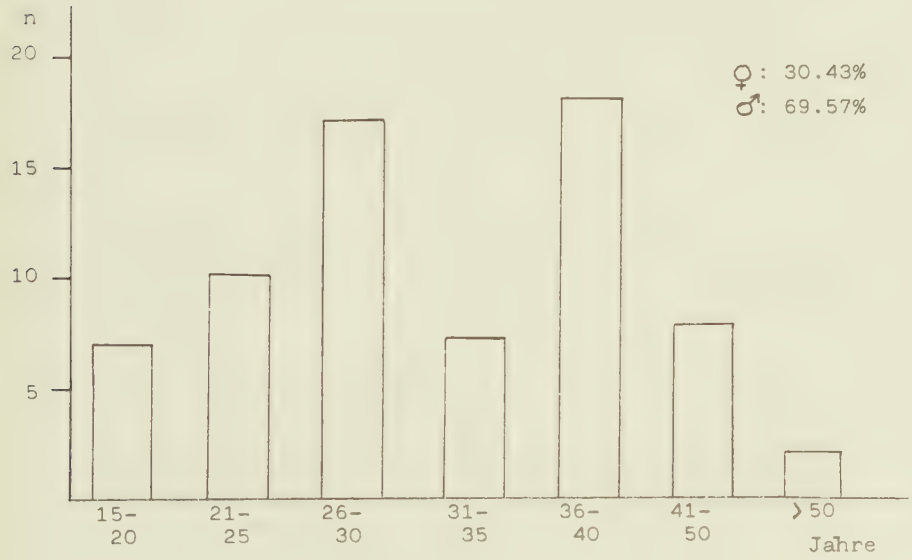

Abb. 30: Altersverteilung der Patienten.

Bezüglich der Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung verteilten sich die Patienten wie folgt:

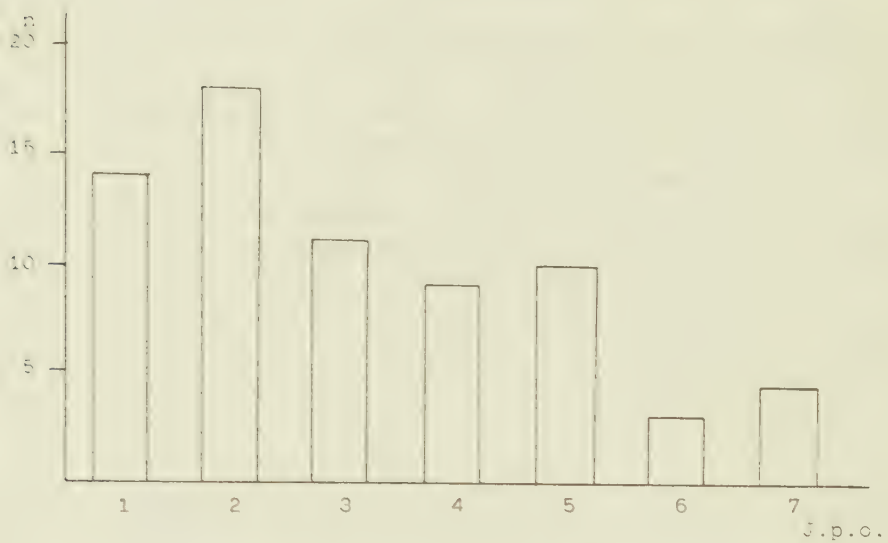

Abb. 31: Zeitraum zwischen OP und Nachuntersuchung.

Bei 69 Patienten waren insgesamt 112 Bänder verletzt. Dabei war in 35 Fällen das rechte, in 32 Fällen das linke Kniegelenk betroffen. Bei zwei Patienten lag ein doppelseitiger Bandschaden vor.

Bei somit 71 verletzten Knien fand sich intraoperativ 36 mal eine einfache und 35 mal eine kombinierte Verletzung. Bei den einfachen Verletzungen waren isolierte Innenbandrise am häufigsten, bei den kombinierte Verletzungen der vordere Kreuzbandriß mit Innenbandriß.

Bei 71 verletzten Knien lagen 30 Begleitverletzungen vor, davon war in 26 Fällen der Meniskus die zusätzlich verletzte Struktur.

Auffällig ist dabei,daß bei den isolierten Innenbandausrissen nur in knapp einem Viertel (5 von 22), bei den kombinierten vorderen Kreuzband- und Innenbandrissen aber in gut einem Drittel der Fälle (1o von 27) der Innenmeniskus mit betroffen war. Der Meniskus ist also bei den schweren Verletzungen stärker gefährdet.

Im Einzelnen ergibt sich folgende Verteilung von Bandverletzungen mit Begleitverletzungen:

Bandverletzung		Begleitverletzungen				
		Meniskus innen	Meniskus außen	Emin. ausriß	Chondr. patell.	Tibiakopffraktur
einf. Verletzg.						
vord. KB	11	3	2	1		
hint. KB	1	1				1
Innenbd(IB)	22	5	1	1		
Auß.bd.(AB)	2					
komb. Verletzg.						
vord. KB,IB	27	10			1	
vord. KB, hint. KB,IB	3	1				
vord. KB, hint. KB,AB	1		1			
hint. KB,IB	1		1			
vord. KB, hint. KB	2					
vord. KB,IB, hint. KB, AB	1	1				

Tabelle 4: Bandverletzungen mit Begleitverletzungen

3.2. Anamnese

3.2.1. Verletzungsursache

75.36% (≙52 Pat.) der Verletzungen wurden durch Sportunfälle hervorgerufen, davon 44.23% (≙23 Pat.)durch Fußball und 36.54% (≙19 Pat.) durch alpinen Skilauf. Judo Eishockey, Handball, Turnen und Radfahren verursachten nur je ein bis zwei Verletzungen.

Auf Befragen gaben 42 der [illegible] Patienten an, vor dem Unfall körperlich in trainiertem Zustand gewesen zu sein, 19 Patienten bezeichneten sich als untrainiert. Der körperliche Zustand scheint also auf das Unfallereignis nur geringe Einwirkungen zu haben.

Die am häufigsten vertretenen Sportarten vor der Operation waren:

Sportart	Anzahl der Patienten
Fußball	27
Skilaufen	21
Schwimmen	19
Tennis	11
Leichtathletik	7
Radfahren	7
Handball	6
Laufen	5
Gymnastik	4

Tabelle 5: Vor der Operation betriebene Sportarten.

Verkehrsunfälle waren mit sechs Fällen, davon zwei Motrrad-,vier Fußgänger- und keinem Autounfall, relativ selten.

Insgesamt lagen drei Arbeitsunfälle vor, davon lag einem ein Zusammenstoß des Patienten mit einem LKW zugrunde.

Andere Verletzungsursachen waren bei fünf Patienten Umknicken beim Laufen oder Gehen und bei drei Patienten ein Treppensturz.

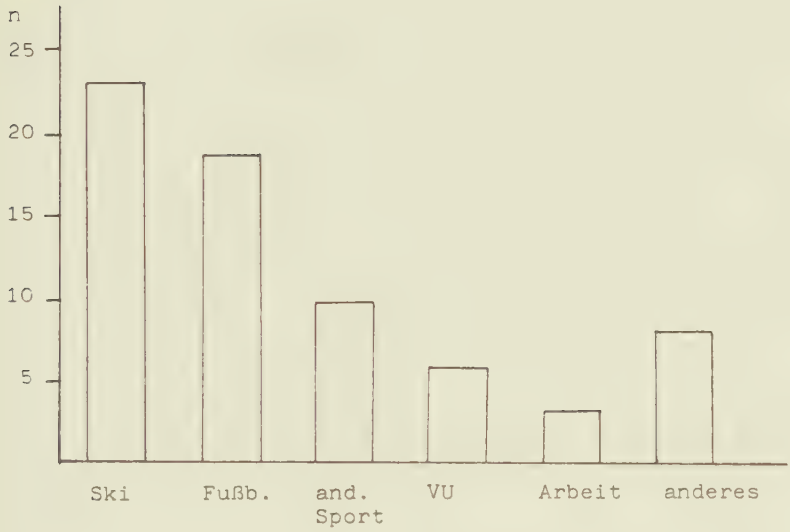

Abb. 32: Verletzungsursachen

3.2.2. Vorschädigungen des Kniegelenkes

Vor der im Krankenhaus am Urban behandelten Kniebandläsion lagen bereits folgende Traumata des Kniegelenkes

vor:

Art der Vorverletzng	Anzahl der Patienten
Meniskusläsion	1
Bänderüberdehnung	1
Verletzung des vord. Kreuzbandes	1

Tabelle 6: Vorschädigungen des Kniegelenkes

3.3. Präoperative Versorgung

3,3.1. Zeitraum zwischen Unfall und Operation

Der Zeitraum zwischen Verletzung und Versorgung lag im Durchschnitt bei 9.1 Tagen, der längste Zeitraum war 40 Tage, der kürzeste war bei Operation am gleichen Tag gegeben. Zeiten von mehr als 15 Tagen zwischen Unfall und Operation ergaben sich meist bei Skiunfällen, die am Unfallort falsch versorgt worden waren (5 Patienten), bei Verkehrsunfällen mit multiplen Verletzungen (2 Patienten), sowie falscher Behandlung durch einen Arzt außerhalb der Klinik (3 Patienten). Läßt man diese 10 Patienten unberücksichtigt, so ergibt sich eine operative Behandlung im Schnitt 6.2 Tage nach dem Unfall. (s. Abb. 33).

3.3.2. Zeitraum zwischen stationärer Aufnahme und OP

Die Patienten wurden durchschnittlich 3.36 Tage nach Aufnahme im Krankenhaus am Urban operativ versorgt. Die längste Zeit zwischen Aufnahme und Operation war mit 23 Tagen gegeben, mehrfach wurde die Kniebandläsion auch schon am Tage der stationären Aufnahme operativ versorgt.

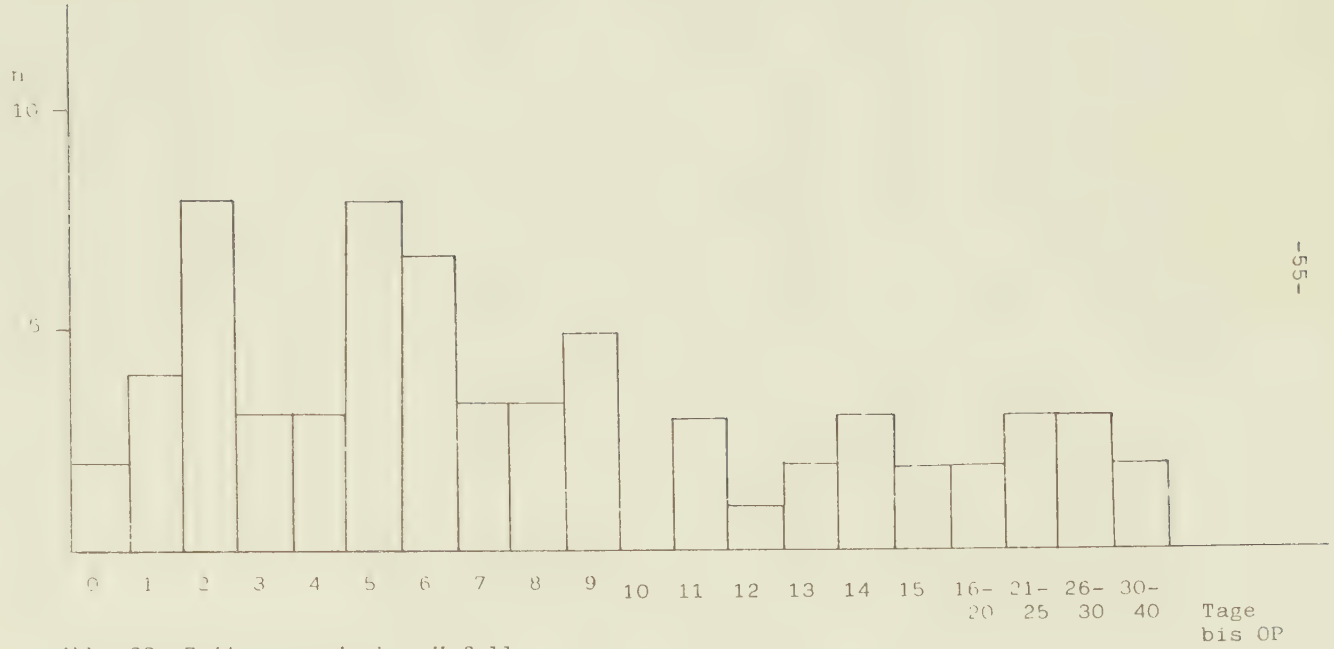

Abb. 33: Zeitraum zwischen Unfall und Operation

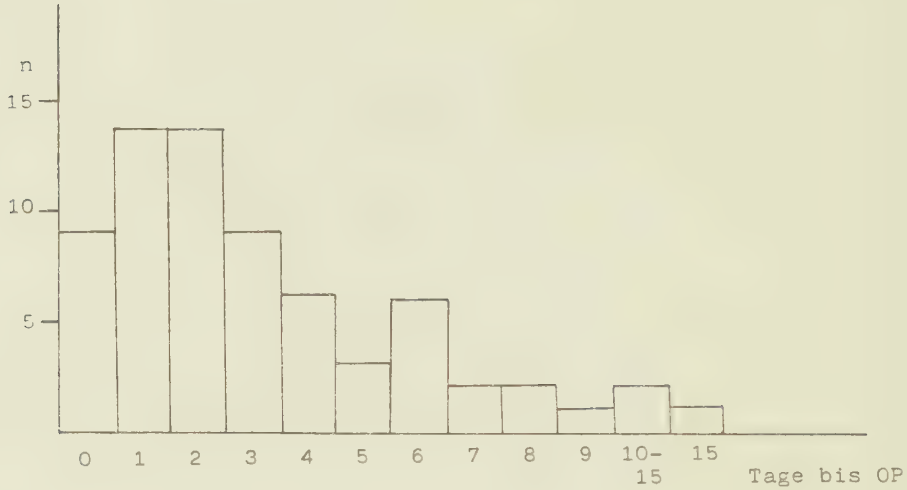

Abb. 34: Zeitraum zwischen stationärer Aufnahme und OP

3.3.3. Präoperative Behandlungsmethoden

An konservativen Behandlungsmethoden wurden außerhalb des Krankenhauses am Urban durchgeführt:

Art der Versorgung	Anzahl der Patienten, n=23
Gips	12
Bandage	2
Salben	3
Kühlen	2
Punktion	2
Ruhigstellen	2

Tab. 7: Präoperative Versorgung

3.4. Art der Diagnosestellung

Grundlage der Diagnosestellung war in allen 69 Fällen die klinische Untersuchung.

Zusätzliche Röntgenaufnahmen wurden zum Ausschluß einer knöchernen Verletzung in 60 Fällen angefertigt.

Die Arthrographie wurde ebenso wie das CT bei den hier nachuntersuchten Fällen als diagnostische Methode nicht eingesetzt.

Die Arthroskopie wurde als Zusatzuntersuchung in 24 Fällen durchgeführt, um die Diagnose zu sichern und zu konkretisieren. Diese Untersuchungsmethode wird im Krankenhaus am Urban seit drei Jahren mit ständig steigendem Einsatz angewendet.

3.5. Operative Versorgung

Die operative Versorgung erfolgte durch Bandnaht, Reinsertion oder primäre Plastik; der Meniskus wurde entfernt, reinseriert oder für eine Plastik verwendet.

Bandnähte, n= 51

Innenbänder:	35
vord. Kreuzbänder:	13
Außenbänder:	2
hintere Kreuzbänder:	1

Bandreinsertionen, n= 52

Innenbänder:	15
vord. Kreuzbänder:	29
Außenbänder:	[illegible]
hintere Kreuzbänder:	7

Primäre Bandplastiken, n= 8

Innenbänder:	4
vord. Kreuzbänder:	2
Außenbänder:	1
hintere Kreuzbänder:	1

Für die primären Plastiken wurden gestielte Sehnentransplantate oder der Meniskus gewählt.

Ein verletztes vorderes Kreuzband mußte durch eine sekundäre Plastik versorgt werden.

Versorgung der Menisken, n= 26

Meniskektomie:	21
Menikusanheftung:	4
Meniskusplastik:	.

3.6. Ablauf der Rehabilitation

3.6.1. Dauer des stationären Aufenthaltes

Der stationäre Aufenthalt betrug im Durchschnitt 21.2 Tage, die längste Verweildauer lag bei 133 Tagen, die kürzesten lagen bei 4 Tagen, darunter unter anderem auch der älteste, 60-jährige Patient.

Die über dem Durchschnitt liegenden stationären Aufenthaltszeiten waren meist durch Begleitverletzungen der Patienten bedingt. Im längsten Fall (133 Tage) war eine postoperative Infektion Ursache der Verzögerung.

3.6.2. Zeitraum zwischen Operation und Entlassung

Die Patienten wurden durchschnittlich 17.7 Tage nach der

Operation entlassen. Der längste postoperative Aufenthalt betrug 129 Tage, der kürzeste 3 Tage.

Längere Zeiten kamen auch hier aus denselben Gründen wie bei der gesamten Dauer des stationären Aufenthaltes zustande.

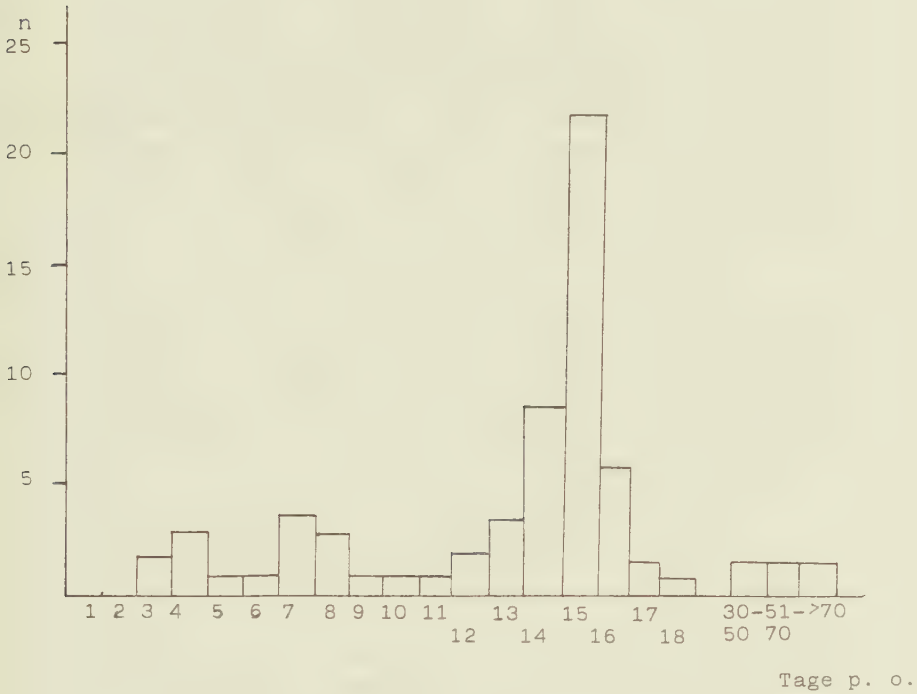

Abb. 35: Zeitraum zwischen OP und Entlassung

3.6.3. Dauer der Immobilisierung durch Tutor

Der Gips- bzw. Kunstofftutor wurde durchschnittlich nach 7.4 Wochen entfernt, längste Zeit waren 20 Wochen, als kürzeste Zeit wurde der Tutor bereits nach vier Wochen entfernt.

3.6.4. Dauer der Krankengymnastik

Die postoperative Krankengymnastik war durchschnittlich für die Dauer von 20.2 Wochen nach Gipsabnahme notwendig. Längste Zeit waren bisher 95 Wochen bzw. noch andauernde Krankengymnastik nach drei Jahren. Die kürzeste Zeit lag bei zwei Wochen.

3.6.5. Zeitraum bis zur Teilbelastung

Eine Teilbelastung des verletzten Beines war im Durchschnitt 3.7. Monate post operationem möglich, die längste Zeit betrug 8 Monate, die kürzeste 1.5 Monate.

3.6.6. Zeitraum bis zur Vollbelastung

Vollbelastung war im Mittel 5 Monate nach der Operation wieder möglich, die längste Zeit betrug 12 Monate, die kürzeste 2.5 Monate.Bei letzterem handelte es sich um einen Fußballer, der bereits vier Wochen nach der Gipsentfernung wieder Fußball spielte.

3.6.7. Zeitraum bis zur Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit

Die Patienten konnten im Schnitt nach 5.7 Monaten ihre berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen. Während der Zeitraum des längsten Aussetzens18 Monate betrug, arbeiteten manche Patienten gleich nach der Entlassung aus dem Krankenhaus weiter, Hierbei handelte es sich vorwiegend um Selbständige, Hausfrauen oder Studenten.

3.6.8. Postoperative Behandlung

Neun der 69 Patienten wurden nach der Gipsabnahme zur Übungsbehandlung stationär aufgenommen. In 10 Fällen

mußte wegen mangelnder Beugefähigkeit des Kniegelenkes ein Narkose- Brisement durchgeführt werden, davon wurde ein Patient zweimal mittels Brisement behandelt. Drei Patienten mußten wegen Schraubenentfernungen erneut aufgenommen werden.

An Nachoperationen wurde eine Arthrolyse durchgeführt, da die Patientin nach 8 Monaten noch über Bewegungseinschränkungen, rezidivierende Ergüsse und anhaltende Beschwerden klagte. Eine weitere Arthrolyse mit Meniskektomie wurde 3.5 Monate nach der Operation wegen völliger Bewegungseinschränkung des Knies notwendig.

Bei den 69 Patienten kam es nur einmal zu einer postoperativen Infektion.

Die Zahl der Nachoperationen, evtl. mit sekundärer Plastik, läßt sich nicht genau ermitteln, da sie evtl. außerhalb des Krankenhauses am Urban vorgenommen wurden und die Patienten nicht zur Nachuntersuchung erschienen. Sicher ist nur, daß von den 69 nachuntersuchten Patienten 67 keine Nachoperation vornehmen lassen mußten.

3.7. Subjektive Befragung

3.7.1. Zufriedenheitsgrad

Die Patienten wurden aufgefordert, mittels einer "rating scale" ihre Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Operation auszudrücken.Dazu sollten sie auf einer Skala von +6 bis -6 den Zwischenraum zwischen zwei Zahlen ankreuzen, der dem Grad ihrer Zufriedenheit entspricht.Je zufriedener sie waren, desto weiter rechts, je unzufriedener sie waren,desto weiter links sollte angekreuzt werden. Die Patienten wurden aufgefordert, sich nicht zu scheuen, ggf. auch extrem hohe oder niedrige Werte anzu-

kreuzen.

Das Ergebnis der Umfrage sah wie folgt aus:

	sehr unzufrieden											sehr zufrieden	
Grad der Zufriedenht.	-6	-5	-4	-3	-2	-1	o	+1	+2	+3	+4	+5	+6
Zahl der Patienten	3	3	2	3	2	0	1	5	0	1	11	11	27
Prozent der Pat.	4.4	4.4	2.9	4.4	2.9		1.5	7.3		1.5	15.9	15.9	39.1

Tabelle 8: Subjektiver Zufriedenheitsgrad

Bezüglich der subjektiven Befragung kann auf Grund der obigen Verteilung also gesagt werden, daß 81.2% der Patienten mit dem Ergebnis der Behandlung eher zufrieden waren, 71% kreuzten das obere Viertel der Zufriedenheitsskala an.

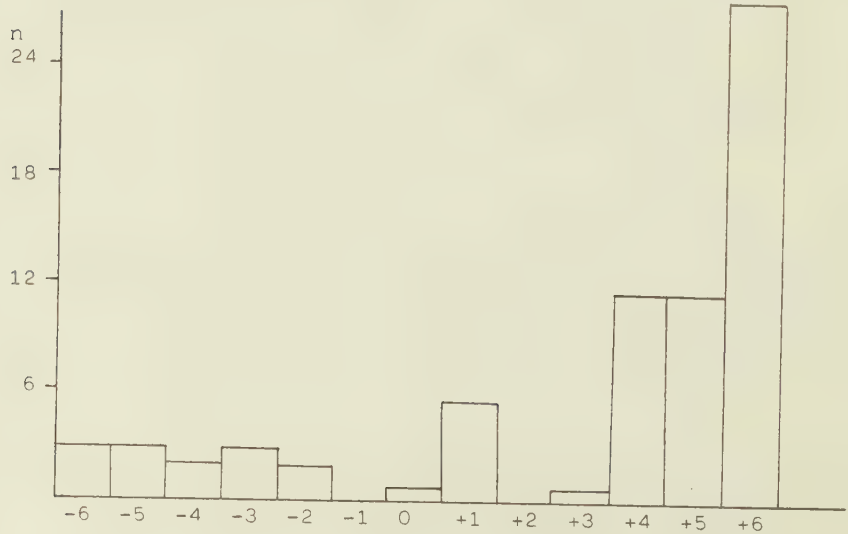

Abb. 36: Zufriedenheitsgrad

3.7.2. Beschwerden

Auf entsprechende Fragen bezüglich noch anhaltender Beschwerden gaben die Patienten folgendes an:

Tab. 9: Noch anhaltende Beschwerden

	Zahl der Pat.	% der Pat.
-das operierte Knie stört	29	42
-es ist so gut wie das andere	16	23
-es schmerzt noch:	38	55
in Ruhe	11	16
im Gehen	25	36
bei starker Belastung	26	38
bei Wetterwechsel	17	25
-Schwierigkeiten beim Treppen-steigen:	22	32
treppauf	17	25
treppab	14	20
-Schwierigkeiten beim		
Sitzen	9	13
Stehen	10	14
Knien	43	62
-Schwächegefühl im Gelenk	19	28
-"lockeres" o. "wackliges" Gelenk	13	19
-eingeschr. Beweglichkeit	42	61
bei Beugung	36	52
bei Streckung	7	10
-geleg. Anschwellen des Knies	27	39
-Einschränkg. der Gehstrecke	1	1.5
-Knacken/ Schnappen im Knie	18	26
-Behinderg. in der Hocke	35	51
-Begrenzg. der Tätigkeit	15	22
-Behinderg. der Arbeit	11	16
-Behinderg. beim Sport	23	33

Vier Patienten gaben an, wegen anhaltender Beschwerden noch in ärztlicher Behandlung zu sein, sie waren vor 1.5 bis 2 Jahren operiert worden. Drei Patienten waren ein, zwei und drei Jahre nach der Operation noch in krankengymnastischer Behandlung.

3.7.3. Sportfähigkeit nach der Operation

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gaben 37 von 69 Patienten (≙53.6%) an, daß sie ihre volle Sportfähigkeit wiedererlangt hätten, sie übten die gleichen Sportarten in der gleichen Intensität aus wie vor der Verletzung. Weitere 16 Patienten (≙23.2%) betrieben nicht mehr so intensiv Sport wie früher oder hatten die Sportart gewechselt. Ebenfalls 16 Patienten hatten ihre sportliche Tätigkeit nach dem Unfall ganz eingestellt. Im einzelnen wurden noch folgende Sportarten ausgeführt:

	Anzahl der Patienten	
	vor der OP	nach der OP
Fußball	27	16
Skilaufen	19	6
Schwimmen	19	18
Tennis	11	5
Leichtathletik	7	1
Radfahren	7	8
Handball	6	1
Laufen	5	4
Gymnastik	4	2

Tab. 10: Vor und nach OP ausgeübte Sportarten

3.8. Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

3.8.1. Inspektion

Bei der Inspektion waren bei 69 Patienten 53 mal die Konturen seitengleich normal. In allen Fällen war die OP- Narbe reizlos, nur einmal wurden Narbenbeschwerden angegeben. Rezidivierende Ergüsse wurden von 27 Patienten angegeben und konnten bei der Inspektion zweimal gesehen werden. Weichteilschwellungen lagen 11 mal vor.

3.8.2. Palpation

Bei der Palpation wurde bei drei Patienten eine Überwärmung und bei zwei Patienten eine lokale Druckempfindlichkeit gefunden.

3.8.3. Funktionsprüfung

Bei der Funktionsprüfung wurden zunächst Beuge- und Streckfähigkeit sowie die Rotation untersucht. Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

Beugung

	Anzahl der Pat.	% der Pat.
frei (seitengleich)	16	23.2
> 140°, nicht seitengleich	15	21.7
endgradig eingeschränkt (<140°)	24	34.8
mäßig eingeschränkt (90-120°)	11	15.9
stark eingeschränkt (<90°)	3	4.4

Tab. 11: Beugefähigkeit

Damit war die Beugefähigkeit in 95.6% der Fälle über 90° und in 79.7% der Fälle über 120° erhalten.

Streckung

	Anzahl der Pat.	% der Pat.
frei	64	92.8
endgradig eingeschränkt	5	7.2
mäßig eingeschränkt	---	---
stark eingeschränkt	---	---

Tab. 12: Streckfähigkeit

Die Streckung war damit bei 92.8% der Patienten völlig frei.

Die Rotation war in allen Fällen ohne pathologischen Befund.

Weiterhin wurde das verletzte Bein auf eine Überstreckung gegenüber dem gesunden Knie untersucht. Eine Überstreckbarkeit des operierten Knies trat jedoch - im Gegensatz zu der des gesunden Knies - bei den Nachuntersuchungen nicht auf.

Schließlich wurde die wiederhergestellte Funktion des M. quadriceps ermittelt, indem die Beinumfänge miteinander verglichen wurden.

Umfangsminderung

	Anzahl der Pat.	% der Pat.
1 - 2 cm	16	26.1
2 - 3 cm	7	10.1
über 3 cm	3	4.3

Tab. 13: Funktion des M. quadriceps

Dementsprechend war bei 59.4% der Patienten der M. quadriceps voll wiederhergestellt.

3.8.4. Stabilitätsprüfung

Zur Überprüfung der Stabilität des Knies wurden die mediale und laterale Aufklappbarkeit des Kniegelenkes in Streckstellung und in 30° Beugung, ventrale und dorsale Schublade bei 90° und 60° Flexion sowie in den verschiedenen Rotationsstellungen und bei 10 - 20° Beugung (Lachmann- Test) geprüft. Die anterolaterale und die posterolaterale Rotationsinstabilität wurden durch den Pivot- Shift- Test und den Außenrotations- Recurvatum-Test überprüft.

Es konnten bei 69 Patienten folgende patholcgische Befunde erhoben werden:

Instabilität:	3-5 mm	5-10 mm	>10mm	
Aufklappbarkeit				
- medial	5	1	1	Pat.
- lateral	6	3	0	"
Schublade				
- ventral	12	5	0	"
- dorsal	1	6	0	"
Lachmann- Test	1	0	0	"
Pivot- Shift- Test	2	0	0	"
Außenrot.-Recurv.-T.	0	0	0	"

Tab. 14: Stabilitätsprüfung

Somit lag bei 89% der Patienten keine pathologische Aufklappbarkeit vor. In 75.4% der Fälle war keine vordere, in 89.9% der Fälle keine hintere Schublade auszulösen.

Bei den oben angeführten Werten handelt es sich im Wesentlichen um die subjektive Einordnung der Instabilitäten durch den Untersucher. Die Objektivierung der Befunde könnte nur durch gehaltene Röntgenaufnahmen entstehen.

3.8.5. Nebenbefunde

Als Nebenbefunde wurden bei vier Patienten ein Meniskussyndrom und bei weiteren vier Patienten Anzeichen für eine Chondropathia patellae gefunden.

3.9. Einteilung der Ergebnisse

3.9.1. Resultate bei Betrachtung der verletzten Struktur

Resultate der Innenbandläsionen, n = 22.

Sehr gut	9 = 40.91%	86.36%
Gut	10 = 45.45%	
Mäßig	2 = 9.09%	
Schlecht	1 = 4.55%	

Bezüglich der guten und sehr guten Ergebnisse hatten die isolierten Innenbandläsionen mit 86.36% das beste Ergebnis.

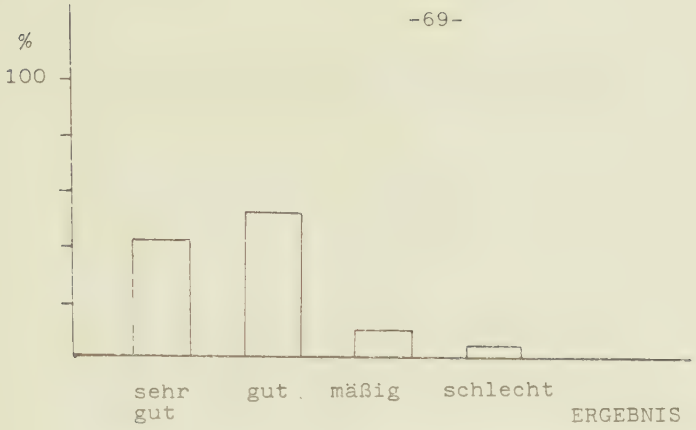

Abb. 37: Ergebnisse der Innenbandläsion

Resultate der Läsion des vorderen Kreuzbandes, n = 11.

Sehr gut	7 = 63.64%	81.82%
Gut	2 = 18.18%	
Mäßig	2 = 18.18%	
Schlecht	0	

Bei den Läsionen des vorderen Kreuzbandes sind vor allem die 63.64% sehr guten Ergebnisse auffallend.

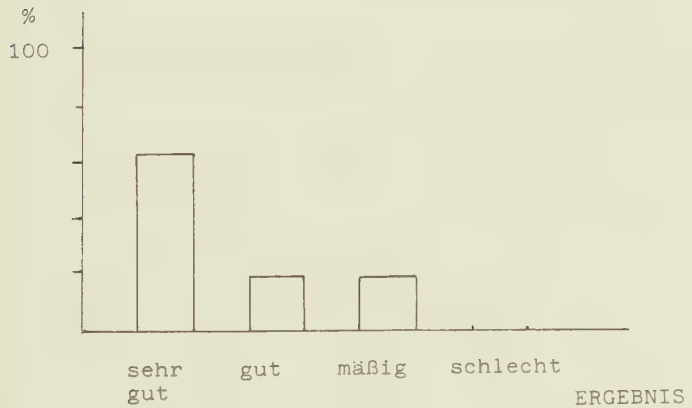

Abb. 38: Ergebnisse der Läsion des vorderen Kreuzbandes

Resultate der Innenbandläsion mit Läsion des vorderen Kreuzbandes, n = 27.

Sehr gut	2 = 7.41%	51.85%
Gut	12 = 44.44%	
Mäßig	10 = 37.04%	
Schlecht	3 = 11.11%	

Bei Kombination von Innenband- und vorderer Kreuzbandverletzung nimmt der Anteil der mäßigen Ergebnisse prozentual gegenüber den guten und sehr guten Ergebnissen zu.

Abb. 39: Ergebnisse der kombinierten Innenband- und vord. Kreuzbandverletzung.

Resultate der Innenbandläsion mit Läsion des vorderen und hinteren Kreuzbandes, n = 3.

Bei allen drei Patienten war das Ergebnis mäßig.

Resultate bei Zusammenfassung aller Lasionen, n = 69.

Sehr gut	18 = 26.09%	65.22%
Gut	27 = 39.13%	
Mäßig	18 = 26.09%	
Schlecht	6 = 8.70%	

Abb. 40: Ergebnisse bei Zusammenfassung aller Läsionen.

Bezüglich der Ergebnisse bei Betrachtung der verletzten Struktur ergeben sich bei den einfachen Verletzungen gute und sehr gute Ergebnisse von über 80%. Bei den kombinierten Läsionen verschlechtert sich das Ergebnis mit der Zahl der verletzten Strukturen.Dementsprechend sinkt der Prozentsatz bei Zusammenfassung aller Läsionen auf 65.2% gute und sehr gute Resultate. Zu bemerken ist, daß die schlechten Ergebnisse nur bei 8.7% liegen (6 von 69 Patienten).

3.9.2. Resultate bei Betrachtung des Zeitraumes zwischen Operation und Nachuntersuchung

Resultate bei Nachuntersuchung ein Jahr p. o., n = 14.
(alle Läsionen)

Sehr gut	3 = 21.43%	57.14%
Gut	5 = 35.71%	
Mäßig	5 = 35.71%	
Schlecht	1 = 7.1%	

Bei Nachbehandlung ein Jahr nach der Operation waren die guten und mäßigen Ergebnisse gleich stark vertreten und machen zusammen einen Prozentsatz von über 70% aus.

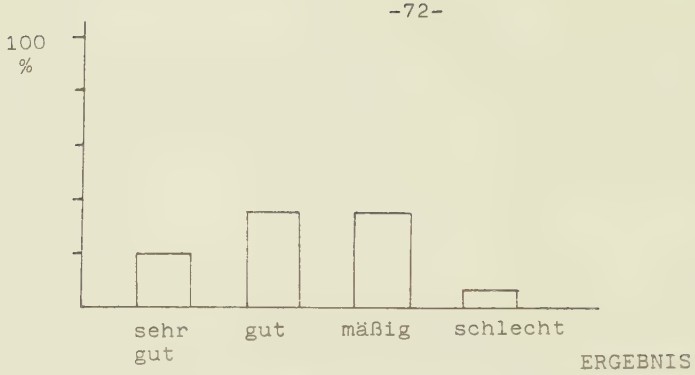

Abb. 41: Ergebnisse 1 Jahr p. o.

Resultate bei Nachuntersuchung zwei Jahre p. o., n=18.
(alle Läsionen)

Sehr gut	3 = 16.67%	55.56%
Gut	7 = 38.89%	
Mäßig	5 = 27.78%	
Schlecht	3 = 16.67%	

Zwei Jahre p. o. stiegen die guten Ergebnisse an, es blieben jedoch immer noch 44.41% mäßige und schlechte Ergebnisse.

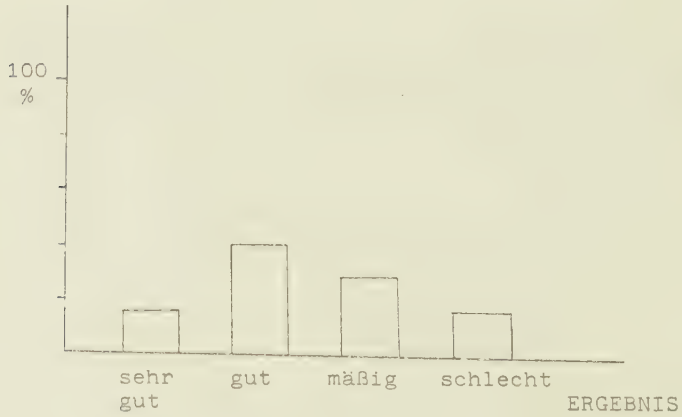

Abb. 42: Ergebnisse 2 Jahre p. o.

Resultate bei Nachuntersuchung drei Jahre p. o., n=11.
(alle Läsionen).

Sehr gut	3 = 27.27%	81.82%
Gut	6 = 54.55%	
Mäßig	1 = 9.09%	
Schlecht	1 = 9.09%	

Drei Jahre p. o. sind die mäßigen und schlechten Ergebnisse auf 18.2% abgefallen, die guten Ergebnisse überwiegen mit 54.5%.

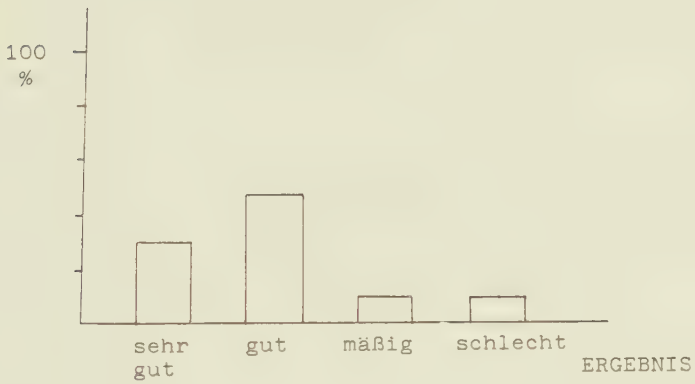

Abb. 43: Ergebnisse 3 Jahre p. o.

Resultate bei Nachuntersuchung vier Jahre p. o., n= 9.
(alle Läsionen)

Sehr gut	1 = 11.11%	55.55%
Gut	4 = 44.44%	
Mäßig	3 = 33.33%	
Schlecht	1 = 11.11%	

Vier Jahre p. o. liegt die Betonung wieder bei guten und mäßigen Ergebnisssen.

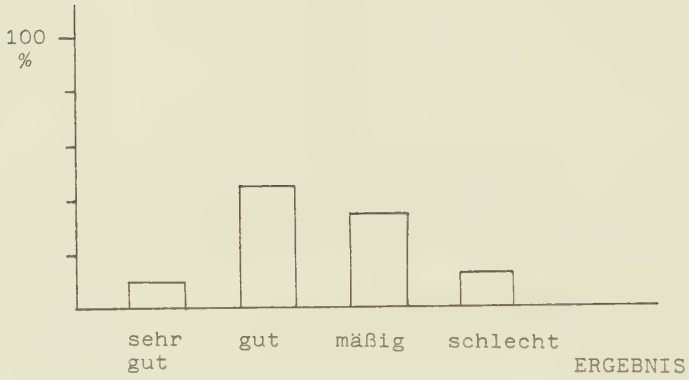

Abb. 44 : Ergebnisse 4 Jahre p. o.

Resultate bei Nachuntersuchung fünf jahre p. o., n = 10.(alle Läsionen)

Sehr gut	6 = 60%	90%
Gut	3 = 30%	
Mäßig	1 = 10%	
Schlecht	0	

Fünf Jahre nach der Operation liegen die meisten guten und sehr guten Ergebnisse vor mit zusammen 90%, schlechte Ergebnisse gibt es zu diesem Zeitpunkt nicht.

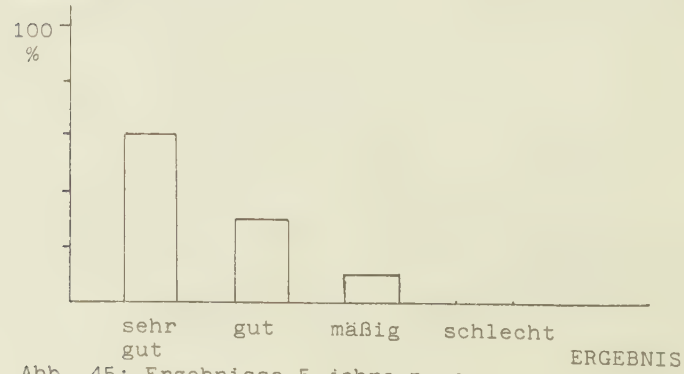

Abb. 45: Ergebnisse 5 jahre p. o.

Resultate bei Nachuntersuchung sechs Jahre p. o.,n =3.
(alle Läsionen)

Bei dieser sehr geringen Anzahl von nachuntersuchten Patienten (n = 3) ergaben sich je ein sehr gutes, ein gutes und ein mäßiges Ergebnis. Schlechte Ergebnisse lagen nicht vor.

Resultate bei Nachuntersuchung sieben Jahre p. o., n =4.
(alle Läsionen)

Sieben Jahre p. o. liegen wieder 50% mäßige und je 25% gute und sehr gute Ergebnisse vor. Auch hier wurden jedoch nur sehr wenige Patienten nachuntersucht (n =4), schlechte Ergebnisse gab es nicht.

Bei Betrachtung der Ergebnisse in Bezug auf die Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung ergibt sich auf den ersten Blick keine eindeutige Verbesserung mit zunehmender Zeitdauer. Zwar steigen die guten und sehr guten Ergebnisse von 55.57% in den ersten beiden Jahren bis zu 90% fünf Jahre p. o. (mit Ausnahme der Nachuntersuchungsergebnisse nach 4 Jahren), um dann aber wieder auf 66.66% und sogar 50% nach 6 und sieben Jahren abzufallen. Es muß jedoch bedacht werden, daß aus den letztgenannten OP- Jahrgängen nur je 3 bzw. 4 Patienten nachuntersucht wurden, sodaß eine signifikante Aussage für diese beiden OP- Jahrgänge nicht zu machen ist.

Betrachtet man daher nur die Ergebnisse aus den Nachuntersuchungen ein bis fünf Jahre p. o. , so kann man eine Zunahme der guten und sehr guten Ergebnisse mit dem zeitlichen Abstand von der Operation verzeichnen.

Begutachtet man die Resultate bezüglich der schlechten Ergebnisse, so ist zu bemerken, daß 5 bis 7 Jahre p. o. keine schlechten Ergebnisse mehr zu finden sind.

3.9.3. Resultate bei Betrachtung der einzelnen Beurteilungskriterien

Resultate bezüglich subjektiver Beschwerden, n = 69.

a) beschwerdefrei	42 = 60.87%	81.16%
b) sporadische Beschwerden	14 = 20.29%	
c) wiederkehrende Beschwerden	7 = 10.14%	
d) ständige Beschwerden	6 = 8.7 %	

Subjektiv waren also über 60% der Patienten beschwerdefrei, über 80% hatten nur sporadische Beschwerden.

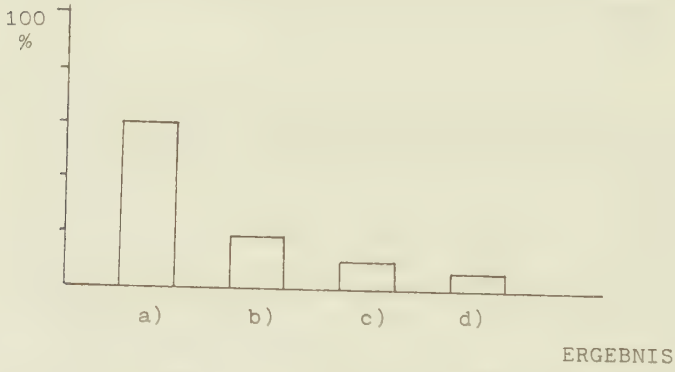

Abb. 46: Ergebnisse bzgl. subjektiver Beschwerden

Resultate bezüglich der Stabilität, n = 69.

a) seitengleiche Stabilität	41 = 59.42%	82.61%
b) Instabilität bis 1+	16 = 23.19%	
c) Instabilität bis 2+	11 = 15.94%	
d) Instabilität bis 3+	1 = 1.45%	

Die Stabilität war mit 82.6% seitengleicher Stabilität oder nur geringgradiger Instabilität sehr zufriedenstellend.

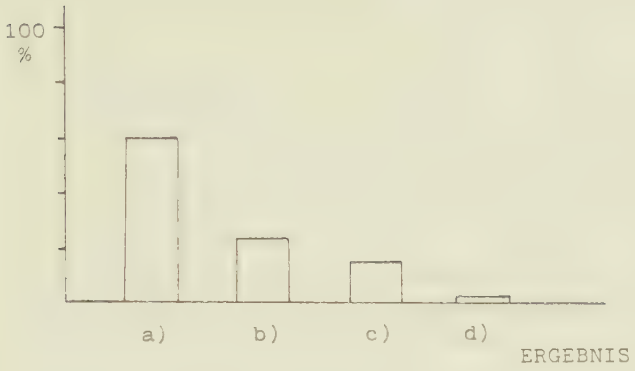

Abb. 47: Ergebnisse bzgl. der Stabilität

Resultate bezüglich der Beweglichkeit, n = 69.

a) freie Beweglichkeit	31 = 44.92%	79.7%
b) endgradige Bew.einschränkung	24 = 34.78%	
c) mäßige Bew.einschränkung	11 = 15.94%	
d) starke Bew.einschränkung	3 = 4.35%	

Auch die postoperative Beweglichkeit war mit fast 80% freier Beweglichkeit oder nur endgradiger Einschränkung zufriedenstellend gewährleistet.

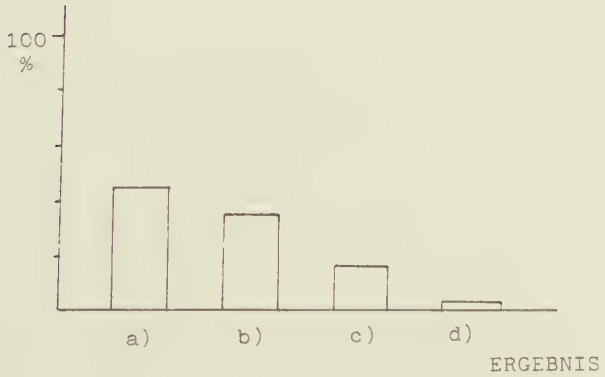

Abb. 48: Ergebnisse bzgl. der Beweglichkeit

Resultate bezüglich der Leistungsfähigkeit, n = 69.

Leistungsfähigkeit:		
a) uneingeschränkt	34 =49.28%	85.51%
b) kaum reduziert	25 = 36.23%	
c) reduziert wegen funktioneller Beschwerden	5 = 7.25%	
d) wesentlich reduziert	5 = 7.25%	

Die subjektive Leistungsfähigkeit war bei 85.5% der Patienten kaum oder gar nicht eingeschränkt, bei nahezu 50% der Patienten lag gar keine Leistungseinschränkung gegenüber dem präoperativen Zustand vor.

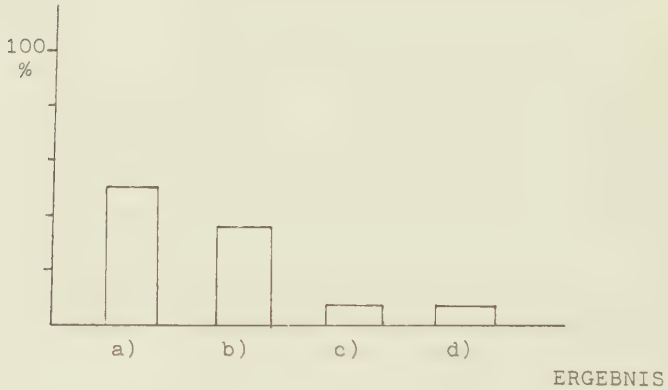

Abb. 49: Ergebnisse bzgl. der Leistungsfähigkeit

Die Resultate bezüglich subjektiver Beschwerden, Stabilität, Beweglichkeit und Leistungsfähigkeit liegen alle etwa bei 80% guten und sehr guten Ergebnisse. Insbesondere kann bei 82% stabilen und 79% über 120° beweglichen Kniegelenken nicht geschlossen werden, daß die Stabilität auf Kosten der Beweglichkeit erreicht wurde. Allerdings stehen 60% seitengleicher Stabilität nur 45% freie Beweglichkeit gegenüber, wohingegen 35% der Patienten eine endgradige Bewegungseinschränkung verzeichnen.

Die Ergebnisse der Stabilität sind also tendenziell doch etwas besser als die der Beweglichkeit.

Weiterhin läßt sich aus diesen Ergebnissen ersehen, daß die Bewertung nach verletzten Strukturen dadurch relativ verschlechtert wurde, daß die Gesamtbeurteilung sich jeweils nach dem schlechtesten Kriterium richtete: ein Patient mit sehr guter Stabilität, Beweglichkeit und Leistungsfähigkeit, aber wiederkehrenden Beschwerden fällt ebenso unter die Kategorie "mäßig" wie ein Patient mit Instabilität 2+, mäßiger Bewegungseinschränkung, reduzierter Leistungsfähigkeit und wiederkehrenden Beschwerden.

3.9.4. Resultate bei Betrachtung des Zeitraums zwischen Unfall und Operation

Dauer Unfall - OP	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
0-3 Tage, n=18	5=27.8%	5=27.8%	7=38.9%	1= 5.6%
4-7 Tage, n=23	7=30.4%	10=43.5%	1= 4.3%	5=21.7%
8-14 Tage, n=16	3=18.8%	5=31.3%	8=50 %	0
> 14 Tage, n=12	3=25 %	7=58.3%	2=16.7%	0

Tab.15: Ergebnisse bzgl. Dauer Unfall-OP

Bei Betrachtung der obigen Resultate fällt bei OP zwischen dem 4. und 7. Tag nach dem Unfall eine Zunahme der sehr guten, aber auch der schlechten Ergebnisse gegenüber OP vor dem vierten Tag nach dem Unfall auf. Das Maximum der mäßigen Erfolge liegt bei OP zwischen dem 8. und 14. Tag nach dem Unfall.

Eine eindeutige Abhängigkeit der Ergebnisse vom OP-Zeitpunkt läßt sich aus der obigen Tabelle nicht entnehmen.

Bei einer Einteilung der Ergebnisse in Versorgung vor und nach Ablauf der ersten Woche nach dem Unfall läßt sich ein größerer Prozentsatz sehr guter Ergebnisse bei früherer Versorgung und eine Zunahme mäßiger Ergebnisse bei späterer Versorgung ablesen. In der ersten Woche sind 65.9% der Ergebnisse gut und sehr gut, danach nur noch 64.3%.

Dauer Unfall - OP	sehr gut	gut	mäßig	schlecht
0-7 Tage, n=41	12=29.3%	15=36.6%	8=19.5%	6=14.6%
8 Tage, n=28	6=21.4%	12=42.9%	10=35.7%	0

Tab. 16: Ergebnisse bzgl. OP vor und nach Ablauf einer Woche nach dem Unfall

3.9.5. Resultate nach besonderen Gesichtspunkten

Resultate der Patienten mit Brisement, n = 10.

Sehr gut	1 = 10%	60%
Gut	5 = 50%	
Mäßig	3 = 30%	
Schlecht	1 = 10%	

Bezüglich der Stabilität ergaben sich bei den Brisement-Patienten folgende Ergebnise:

seitengleiche Stabilität	4 = 40%	90%
Instabilität bis 1+	5 = 50%	
Instabilitat bis 2+	1 = 10%	
Instabilität bis 3+	0	

Resultate der Patienten mit primärer Plastik, n = 8.

Sehr gut	1 = 12.5%	62.5%
Gut	4 = 50%	
Maßig	3 = 37.5%	
Schlecht	0	

Fast zwei Drittel der Patienten mit primärer Plastik verzeichneten gute oder sehr gute Ergebnisse.

Die Gesamtergebnisse der Patienten mit Brisement sind mit 60% guten und sehr guten Ergebnissen in etwa dem bei Zusammenfassung aller Lasionen entsprechend. Bei alleiniger Betrachtung des Faktors Stabilitat zeigt sich jedoch, daß 90% der Brisement- Patienten ' gegenüber 82% aller Patienten, eine sehr gute oder gute Stabilitat aufweisen, Das Erreichen der Stabilitat auf Kosten der Beweglichkeit laßt sich aus diesen Ergebnissen besser erkennen.

Bei den Patienten mit primärer Plastik liegt das Resultat mit 62.5% guten und sehr guten Ergebnissen im Bereich der Gesamtergebnisse. Die Aussage, daß die Erhaltung der natürlichen Bandstruktur zu besseren Ergebnissen führt als die Plastik laßt sich auf Grund der geringen Anzahl von nur 8 Patienten hier nicht weiter überprüfen.

4. Diskussion

4.1. Unfallursachen

Häufigste Unfallursache der frischen Kniebandläsionen ist nach übereinstimmender Literaturmeinung der Sport (14,16, 39, 56, 58, 63), darunter vor allem Unfälle bei Fußball und Skifahren. Die Kniebänder des Fußballspielers sind durch die Fixation des Beines am Boden durch Stollen (Unfall durch Drehen des Oberkörpers bei fixiertem Unterschenkel) und Kampf mit dem Gegener (Unfall durch plötzliche Gewalteinwirkung) für Verletzungen prädestiniert (2). Dabei kann zum Beispiel bei abrupter Überstreckung des Unterschenkels durch Sturz des angreifenden Gegners auf den Oberschenkel des Schußbeines das vordere Kreuzband, ggf. in Kombination mit der dorsalen Kapselschale, verletzt werden (8).

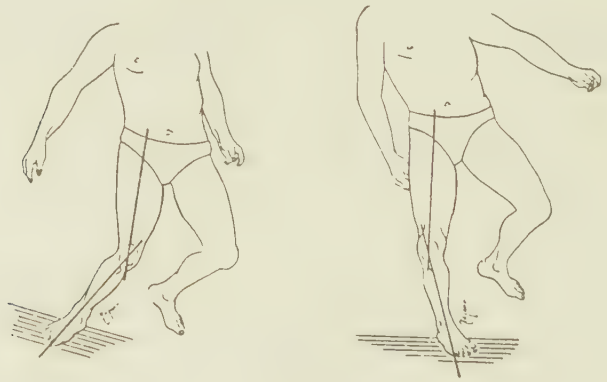

Abb. 50: Physiologische Extrempositionen des semiflektierten Kniegelenkes. Abb. nach Cotta-Krahl(10).

Das Kniegelenk des Skifahrers ist in der Flexions-Abduktions- Ausenrotationsstellung besonders gefährdet (8, 53). So kann beim Skilauf die Verkantung des Bergskis mit Sturz nach talwärts durch extreme Aussenrotation

und Abduktion des gebeugten Unterschenkels eine Zerreißung des gesamten medialen Kapselbandapparates mit Ablösung des vorderen Kreuzbandes, also die typische "unhappy triad", mit bleibender antero- medialer Kniegelenksinstabilität bedingen. Am talskitragenden Bein wird dabei durch extreme Adduktion und Innenrotation des in Beugestellung fixierten Unterschenkels die Schädigung und ggf. Ruptur des äußeren Seitenbandes, häufig auch des distalen Tractus ilio- tibialis bzw. des Ansatzes des M. biceps femoris sowie des vorderen Kreuzbandes mit bleibender antero- lateraler Instabilität verursacht (8).

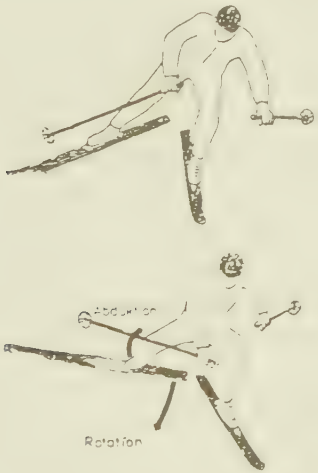

Abb. 51: Typischer Drehsturz mit Außenroations- und Abduktionsmechanismus. Abb. nach Walde (95).

Die Verletzungsgefahr des Kniegelenkes und die femoropatellaren Druckwerte nehmen beim Skifahren mit zunehmendem Kniebeugewinkel und vermehrter Rücklage wesentlich zu (34). Beim Rückgang der absoluten Zahl der Skiunfälle und der Skifrakturen geht die Entwicklung zu Lasten gehäufter Kniebandläsionen. Die am häufigsten betroffene Struktur ist dabei das mediale Seitenband, mit Abstand folgen das äußere Seitenband, die Kreuz-

bänder und die Menisci (31, 53).

Im Winter 1978/79 führten 27% der Skiunfällle und im Jahr 1978 führten 17.5% der Fußballunfälle zu Kniebandund Kniebinnenläsionen (31, 52, 89). Nach einer Sammelstatistik von Franke 1980 (13) betrifft jede vierte Sportverletzung das Kniegelenk, gleiche Ergebnisse verzeichenen Cotta- Krahl (10).

Tabelle 17: Häufigkeit der Knieverletzungen in verschiedenen Sportambulanzen, nach Franke (13).

Sportambulanzpat.	15.6% von 2419	FRINGS, 1980
Sportverletzte	22.1% von 4817	LA CAVA, 1959
Skiverletzte	23.5% von 4244	TERBIZAN, 1963
Sporttraumatol. Rehabilitationen	28.0% von 5231	BRENKE,1978
Sportambulanzpat.	30.0% von 2728	ROASS.o. J.

Die eigenen Untersuchungen weisen übereinstimmend mit der Literatur zu 75.4% Sportunfälle als Verletzungsursache auf. Davon waren 44.2% der Verletzungen beim Fußballspiel und 36.5% durch alpinen Skilauf entstanden.

4.2. Primäre Versorgung

Schon nach zwei bis drei Wochen, spätestens aber nach über zwölf Wochen nach dem Unfall wird die primäre Bandnaht durch Schrumpfung der Bänder unmöglich gemacht (10, 33, 51, 66,93), ggf. ist eine Therapie dann nur noch durch plastischen Ersatz möglich. Nach allgemeiner Literaturmeinung hat die primäre Versorgung jedoch weitaus bessere Ergebnisse (32, 33, 40, 59, 93, 99).

Die Notwendigkeit und der Wert der sofortigen Versorgung ergibt sich aus mehreren Gesichtspunkten(1, 99):

- Bessere Rekonstruktion des Bänderverlaufs

- Sicherheit bei der Wahl der Verankerungspunkte
- Kürzerer und schnellerer Eingriff
- Erhaltung der Nervenversorgung der Bänder
  (Reflexbogen zur willkürlichen Muskulatur).

Auch innerhalb der zwei- bis dreiwöchigen Frist, die eine Primärversorgung ermöglicht, ist auf schnellstmögliche Operation zu achten (3, 7, 23, 26, 68, 93), da auch innerhalb dieser Zeit eine Abhängigkeit der Resultate vom Operationszeitpunkt besteht.

Tabelle 18: Resultate der Früh- und Sofortversorgung, nach Mockwitz- Contzen (56).

	sehr gut	gut	befr.	mäßig	schlecht
Sofortversorgte Patienten, n=54:	13(25%)	32(59%)	5(11%)	3(6%)	0
Frühversorgte Patienten, n=31:	2(7%)	22(71%)	5(16)	2(7%)	0

Die eigenen Ergebnisse lassen eine Tendenz zu besseren Resultaten bei Versorgung in der ersten Woche nach dem Unfall erkennen, sie liegen bei 29.3% sehr guten Ergebnissenin der ersten Woche und 21.4% sehr guten Ergebnissen bei späterer Versorgung.Die mäßigen Ergebnisse nahmen von 19.5% in der ersten Woche auf 35.7% danach zu.

4.3. Diagnosestellung

4.3.1. Mediale Instabilität

Die Bedeutung des medialen Seitenbandes als Stabilisator erster Ordnung wird von verschiedenen Autoren betont (8, 81, 93).

Interessant sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen bezüglich der Hauptstabilisation der Medialseite durch die Fasern des Seitenbandes (30, 50, 96, 97). Die Durchtrennung des medialen Kapselbandes und des hinteren Schrägbandes vermindern nach diesen Forschungen- im Gegensatz zu denen von Hughston (36)- die Rotations- und Valgusinstabilität nicht. Durch die größere Länge und damit stärkere Dehnbarkeit des medialen Seitenbandes gegenüber dem Kapselband kann es trotzdem im medialen Seitenband erst zu mikroskopischen Rissen gekommen sein, wenn das mediale Kapselband schon makroskopisch gerissen ist.

Die Belastungsversuche am Kniegelenk nach Kennedy (42) belegen, daß das hintere Kreuzband signifikant stärker ist als das mediale Seitenband und das vordere Kreuzband, welche gleich belastbar sind. Auch Kennedy stellte starke mikroskopische Risse der kollagenen Fasern vor dem Auftreten von makroskopischen Rissen fest, er sieht in diesen Rissen eine häufige Ursache von Instabilitäten.

Die unterschiedliche Belastbarkeit der Bandstrukturen ist bei der Diagnose der medialen Instabilität zu berücksichtigen und läßt einen Rückschluß auf die vermutlich lädierte Struktur zu.

4.3.2. Vordere Instabilität

Da die Tibia im Falle einer hinteren Instabilität zu Beginn der Prüfung auf Grund der Schwerkraft in einer pathologischen Ruhestellung ist (sog. "spontane hintere Schublade"), wird sie vom Untersucher nach vorne in die normale Mittellage gezogen. Sie kann daher leicht mit einer vorderen Schublade verwechselt werden. Eine vordere Schublade gilt daher erst dann als vordere Schublade, wenn der Beweis vorliegt, daß es sich nicht um

eine hintere Schublade handelt (58).

Nach Untersuchungen von Kennedy (41) kommen isolierte vordere Kreuzbandrupturen vor, die dann ein vorderes Schubladenzeichen ohne Rotationsinstabilität bedingen. Er sieht eine mediale Beteiligung nicht als notwendige Voraussetzung für den positiven Ausfall des Tests an.

Nach Untersuchungen von Noyes (64) bewirkt das vordere Kreuzband 85% der anterioren stabilisierenden Kräfte. Alle anderen Strukturen zusammen stabilisieren nur mit den restlichen 15%.

Nach Meinung anderer Autoren kann die vordere Schublade nur auftreten, wenn gleichzeitig eine Verletzung des seitlichen Kapselbandapparates vorliegt (1,8,39,92,99). Demnach müssen bei der vorderen Schublade in Neutralposition die medialen und lateralen Kompartimente zu gleichen Teilen betroffen sein, ansonsten entsteht eine Rotationsschublade mit Drehrichtung zur unverletzten Seite. Insofern bedeutet das vordere Schubladenzeichen mit den verschiedenen rotatorischen Abstufungen den wichtigsten Nachweis für eine kombinierte Verletzung unter Einschluß des vorderen Kreuzbandes (10, 30).

Empfindlicher als der normale Schubladentest ist bei einer isolierten Verletzung des vorderen Kreuzbandes der Lachmann- Test, der daher auch im Krankenhaus am Urban zur Diagnosestellung herangezogen wird. Als Grund für die höhere Aussagekraft wird das unterschiedliche Spannungsverhalten des Innenbandes bzw. eine Ausschaltung der aktiven Stabilisatoren bei den verschiedenen Beugehaltungen angesehen (91, 100).

Die klinischen Tests dienen im wesentlichen der Verdachtsdiagnose einer Bandverletzung. Die Überprüfung der Intaktheit der Bandstruktur wird im Krankenhaus am Urban mittels

Arthroskopie durchgeführt. Vor allem eine isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist damit wesentlich zuverlässiger nachweisbar.

4.3.3. Individuelle Streuung der Normalwerte

Zur objektiven Beurteilung der Befunde ist es notwendig, zunächst das gesunde Knie zu untersuchen und den Befund mit der lädierten Seite zu vergleichen.

Für die Unterschiede zwischen den einzelnen Personen und Geschlechtern gibt Jacobson (38) folgende Normalwerte an:

Mediale Aufklappbarkeit in 30° Flexion:
Männer 5.8 - 12.1 mm, Frauen 5.2 - 9.8 mm.
Laterale Aufklappbarkeit in 30° Flexion:
9.2 - 16.9 mm (beide Geschlechter)
Vordere Schublade in 90° Flexion:
0 - 5 mm (beide Geschlechter)
Hintere Schublade in 90° Flexion:
0 - 5 mm (beide Geschlechter)

Nach Jacobsons Vorstellungen liegt erst dann ein echt pathologischer Befund vor, wenn im Vergleich mit der Gegenseite eine Instabilität von 3 und mehr mm vorhanden ist. Jedenfalls muß ein klarer Unterschied zur gesunden Seite feststellbar sein, wenn therapeutische Konsequenzen gezogen werden sollen.

4.3.4. Röntgenuntersuchung

Der diagnostische Wert der gehaltenen Aufnahme ist umstritten, da der negative Befund kein Beweis für ein stabiles Knie ist: die gehaltene Aufnahme ist als Momentaufnahme zu stark abhängig von Schmerz und Muskelspannung, der Patient hält mit seinen aktiven Stabilisatoren unbe-

wurt gegen die pathologische Bewegungsfreiheit an [illegible], 60).

Trotzdem empfehlen Dexel und Dietschi bei klinischem Verdacht einer Instabilität zum Nachweis der medialen oder lateralen Aufklappbarkeit, der Rotationsinstabilität und der Rotationsschublade gehaltene standardisierte Röntgenaufnahmen (11). Das Ausmaß und die Art der Instabilität könnten damit dokumentiert werden, dadurch sei eine gezielte operative Behandlung möglich (11).

Suezawa fordert beim frischen Knietrauma weiterhin die radiologische Dokumentation des Lachmann- Tests zur genaueren diagnostischen Differenzierung (91).

Im Krankenhaus am Urban werden gehaltene Aufnahmen bei Verdacht auf Seitenbandruptur durchgeführt, sie werden jedoch nur im positiven Fall für aussagekräftig gehalten.

4.3.5. Computertomographie

Für die Einteilung älterer Bandrupturen sowie die Überprüfung der Ergebnisse operativer Versorgung und dem Vergleich der Effektivität verschiedener Operationstechniken ist die CT- Arthrographie wertvoll, ebenso läßt sie eine sichere Aussage bei Osteochondrosis dissecans, freien Gelenkkörpern und patellofemoraler Arthrose zu (76, 84). Bzgl. der von Seeligmüller untersuchten Meniskusläsionen bemängelt dieser aber das zu geringe Auflösungsvermögen der derzeitigen CT- Generation und die zu Artefakten führenden zu groben Kontrastmittel.

Vor allem wegen der Aufwendigkeit und der hohen Kosten wird die Computertomographie derzeit in der Klinik noch nicht für brauchbar angesehen, es sei denn für unklare Fälle (98).

Im Krankenhaus am Urban wird seit 1979 die Sicherung der Diagnose durch Arthroskopie bevorzugt. Bei den nachuntersuchten Patienten fand sich daher keine Diagnosestellung durch CT.

4.3.6. Arthrographie

Die Bedeutung der Arthrographie für die Diagnose der Kniebandläsion ist umstritten. Zwar bietet sich diese Untersuchung bei der Ergußpunktion an, ein eindeutiger Befund ist aber nicht immer zu erheben.

Voraussetzung für das Gelingen der Arthrographie ist, daß das Kniegelenk nicht mit Blutkoagula gefüllt ist, da diese pathologische Befunde verdecken oder vortäuschen können. Es müssen weiter geeignete Leeraufnahmen des Knies vorhanden sein, um das Trauma zu diagnostizieren.

Bei Kreuzbandrissen läuft das Kontrastmittel in den Verlauf des Bandes ein, wobei Risse sichtbar werden können. Problematisch für die Darstellung der Kreuzbänder ist der Synoviaüberzug, welcher bei Läsionen oft nicht reisst; das Kontrastmittel kann dann nicht in das Kreuzband einfließen (98).

Die Häufigkeit der Fehldiagnose liegt bei dieser Untersuchungsart bei 5- 10% (15) bzw. bei 4- 27% (18). Auf Grund der größeren Genauigkeit der arthroskopischen Untersuchung wurde daher auch die Arthrographie bei den hier nachuntersuchten Patienten nicht als diagnostische Methode angewendet.

4.3.7. Arthroskopie

Die Arthroskopie ist als Alternativmethode der Arthrographie überlegen, da annähernd der gesamte Binnen-

raum des Kniegelenkes einzusehen ist, was zu erheblicher Verbesserung der Diagnose und des eventuell operativen Vorgehens führt. Klinische Diagnose und operativer Befund stimmen nur in 60% der Fälle überein, während bei Benutzung der Arthroskopie die totale Übereinstimmung auf 75% steigt, bei weiteren 16.7% der Fälle findet sich eine teilweise Übereinstimmung (19). Die diagnostiche Treffsicherheit ließ sich vor allem hinsichtlich der Läsionen des Außenmeniskus, der Rupturen des vorderen Kreuzbandes und der Knorpelschäden deutlich verbessern. Paulos et al. erzielten bei 95% der Patienten eine korrekte Diagnose durch Arthroskopie (70).

Im Krankenhaus am Urban umfaßt der Indikationsbereich der Arthroskopie jeden traumatischen Hämarthros, alle frischen Gelenkverletzungen mit eindeutig schmerzhafter aber nicht sicher einzuordnender Funktionsienbuße und röntgenologisch nicht sicher beurteilbare Gelenkflächenverletzungen. Zuweilen ist es auch bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung wünschenswert, das Ausmaß der Beteiligung und die Dislokation arthroskopisch zu sichern (21, 90,44).

Vorbehalte für eine Arthroskopie am frisch verletzten Knie gibt es, wenn ein Leck in der Kapsel besteht, sodaß in das Knie gefülltes Gas oder Flüssigkeit nicht den notwendigen Innendruck erreichen können. Sie strömen dann in die periartikuläre Region ab und führen zu einem Emphysem oder Erguß (59). Am eigenen Patientengut konnte diese Komplikation bisher nocht nicht beobachtet werden.

Die isolierte Verletzung des vorderen Kreuzbandes ist durch die klinische Untersuchung nicht sicher zu diagnostizieren, da die klinische Instabilität gering ist. Arthroskopisch ist das vordere Kreuzband in seinem ganzen

Verlauf überschaubar. Erschwert wird die Diagnostik allerdings durch den synovialen Überzug der Bänder, der ein anderes Reißverhalten aufweist als das Band selbst, sodaß ein Kreuzbandruptur durch einen äußerlich intakten synovialen Strang verdeckt bleiben kann. Vor allem der femorale Ansatz des vorderen Kreuzbandes muß daher eingehend untersucht werden (21).

Die Möglichkeit der Beurteilung des hinteren Kreuzbandes sind begrenzt, die vorderen Zugänge gewähren nur Einblick auf den femoralen Ansatz. Der tibiale Bereich ist daher nur durch seitliche dorsale Zugänge unter Zuhilfenahme verschiedener Winkelobjektive zu beurteilen (21).

Die Seitenbänder sind infolge ihres extraartikulären Verlaufs nur über indirekte Hinweiszeichen zu beurteilen. Subsynoviale Hämatome, Einrisse der parietalen Synovialmembran, Meniskus- und Kreuzbandverletzungen weisen auf eine Läsion des Seitenbandapparates hin. Die Untersuchung der seitlichen Recessus ist besonders wichtig. Außerhalb des Recessus- Bereiches haben Synovialis- Verletzungen keine diagnostische Bedeutung (21).

Einrisse des Retinaculum patellae können durch die klinische Untersuchung verborgen bleiben und erst durch die Arthroskopie aufgedeckt werden (78).

Meniskusverletzungen werden bei Kombination mit anderen Verletzungen leicht übersehen. Die Arthroskopie kann in vielen Fällen die Diagnose konkretisieren. Der Meniskus kann nicht nur in seinem Korpusbereich beurteilt werden, auch der Bereich der Hinterhörner sowie Abrisse an der Basis innerhalb der Synovialis können erkannt werden (24). Eingeschlagene Meniskusteile werden schon bei der Arthroskopie reponiert.

Knorpelläsionen können aufgedeckt werden und kleinere Knorpelteile werden entfernt.

Bei älteren Kniebandschäden kann die Arthroskopie Aufschlüsse über Veränderungen an Menisken und Knorpel sowie Beschaffenheit des inneren Kapselbandapparates geben. Dadurch kann die Wahl eines evtl. Operationsverfahrens beeinflusst werden und es kann festgestellt werden, inwieweit degenerative Gelenkveränderungen vorliegen.

Bei Frakturen werden die röntgenologischen Informationen ergänzt und das wahre Ausmaß der Verletzung wird vor allem bei Gelenkfrakturen und knöchernen Eminentiaausrissen festgestellt.

Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Arthroskopie sind vor allem auf dem Gebiet der endoskopischen Operationen zu erwarten. Die Entfernung freier Gelenkkörper unter endoskopischer Sicht stellt auch heute schon in den meisten Fällen kein wesentliches Problem mehr dar. Es ist anzunehmen, daß die sog. gedeckte Meniskektomie in wenigen Jahren zu den Standardeingriffen zählen wird (29).

Im Krankenhaus am Urban wird die Arthroskopie inzwischen auch zur Erfolgskontrolle bei Nachuntersuchungen angewendet. Zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung war allerdings noch keiner der Patienten nacharthroskopiert worden.

4.4. Operative Versorgung

Eine rein konservative Behandlung mit einer Fixationsdauer von 6 -16 Wochen in Abhängigkeit von der Aufklappbarkeit gilt aus heutiger Sicht als weitgehend überholt. Nur bei lediglich angerissenen Bändern kann durch reine Immobilisation eine Ausheilung erwartet werden (51, 64, 66). Vollständig rupturierte Bänder atrophieren bei rein konservativer Behandlung, die entstandene Lücke wird durch Narbengewebe überbrückt, das später zu deutlicher Bandinsuffizienz und dadurch chronischer Instabilität ggf. mit Instabilitätsarthrose führen kann (39, 93). Bei Rotationsinstabilität ist das Bewegungszentrum verändert, dadurch ist mit einer weiteren Auslockerung der übrigen Kapselbandstrukturen und schließlich posttraumatischer Arthrose zu rechnen. Der operativen Behandlung aller Läsionen wird daher nach übereinstimmender Literaturmeinung der Vorrang gegeben (6, 24, 39, 65, 73, 93, 102).

Im Krankenhaus am Urban wird jeder diagnostisch gesicherte Bandschaden so bald wie möglich durch Naht, Reinsertion oder Plastik operativ versorgt.

Bei den Begleitverletzungen des Meniskus handelt es sich nach Erkenntnissen von Müller (59) in 90% der Fälle lediglich um eine Desinsertion des Meniskus an der Peripherie. Der Meniskus muß daher nicht notwendigerweise entfernt werden, eine Reinsertion ist dann ausreichend.

Bei unserem Patientengut war eine Reinsertion des Meniskus jedoch nur bei 4 von 16 Fällen ausreichend. In 80% der Fälle war eine Meniskektomie unumgänglich.

4.5. Postoperative Versorgung

4.5.1. Immobilisierung

Die postoperative Versorgung kann nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt werden, aus denen sich unterschiedliche therapeutische Konsequenzen ergeben.

So legen z. B. Jäger und Wirth (39) bei Verletzungen des medialen Kompartimentes für zwei bis drei Wochen p. o. einen Oberschenkelliegegips mit Beckenring an, um auch minimale Wackelbewegungen des Oberschenkels auszuschalten. Für weitere drei Wochen erhält der Patient dann einen Oberschenkelgehgips.

Verbreiteter ist die Ruhigstellung durch Gipstutor oder Kunstofftutor für 6 - 8 Wochen (1, 2, 3, 9). Zum Teil wird zur Vermeidung von Gelenkkontrakturen die Fixationsdauer auf vier Wochen verkürzt (25).

Ein Teil der Autoren vertritt zunächst Lagerung auf einer dorsalen Gipsschiene mit Bewegungsübungen zwischen 20 und 60° und erst nach Wundheilung das Anlegen einer Gipshülse (16, 24, 32, 58). Die Gefahr von Verwachsungen soll dadurch herabgesetzt werden.

Um die durch die Immobilisierung entstehenden Schäden zu vermeiden, haben Burri und Helbing (6, 7) eine Methode der funktionellen Nachbehandlung entwickelt. Das Bein wird dazu zunächst bei 20° auf einer dorsalen Gipsschiene gelagert und täglich zwischen 20 und 60° bewegt. In diesem Bereich ist nach Angabe der Autoren sicher Spannungsfreiheit gewährleistet. Am 8. bis 10. Tag wird dem Patienten für weitere 5 bis 6 Wochen ein Bewegungsgips angelegt, der eine Bewegungstoleranz ebenfalls zwischen 20 und 60° hat. Mit dem Bewegungsverband soll der Patient das Bein belasten und den Bewegungs-

spielraum voll ausnutzen. Die Anwendbarkeit des Bewegungsgipses beruht auf der Ausschaltung von Abknickbewegung, Drehbelastung und Schubladenbewegung (6, 7). Dieser funktionellen Behandlung schließen sich verschiedene andere Autoren an (26, 56, 101). Als Vorteile werden die rasche Wiederherstellung bei voller Kniebeweglichkeit nach Abnahme des Bewegungsgipses, die Erhaltung des M. quadriceps und die frühzeitig wiederkehrende Belastbarkeit der Bänder gesehen. Im histologischen Präparat zeigen die funktionell behandelten Bänder eine gerichtete Struktur, die fixierten dagegen ungeordnete Narbenbildung.

Dennoch ist auch diese Form der Behandlung nicht optimal. Jede nur einachsige Beweglichkeit unterwirft das Kniegelenk in mehreren Ebenen unphysiologischem Zwang. Kein Scharnier kann der zunehmenden Valgusstelllung folgen und bei Flexion die zugehörige Rotation freigeben. Trotz Anwendung des Bewegungsgipses wurden ernsthafte Recessusverwachsungen festgestellt, des weiteren ist das Anlegen dieser Art von Gips in der exakten Flexions- und Rotationsachse unsicher (58).

Auch Bartsch und Weigert (1) betonen die Schwierigkeit, den Oberschenkel richtig zu fixieren und sehen eine bessere und schnellere Heilung der Bandstrukturen unter Ruhe, die im Krankenhaus am Urban durch Anlegen eines Gips- oder Kunstofftutors erlangt wird. Dieser wurde beim vorliegenden Patientengut nach durchschnittlich 7 -8 Wochen entfernt.

4.5.2. Brisement

Eine Mobilisation des Kniegelenkes in Narkose (sog. brisement forcé) sollte frühesten ein halbes Jahr nach der Operation diskutiert werden (24). Sie ist nur angebracht, wenn trotz regelmäßiger Übungen ein Stillstand

der Behandlungsfortschritte im Sinne einer nicht ausreichenden Beugung zu verzeichnen ist. Das Risiko des Narkose- Brisements liegt in der Überdehnung der geheilten Strukturen, außerdem kann es zu Abrissen von Knorpelstücken an den Kondylenrollen kommmen. Die Indikation zum Brisement muß daher zurückhaltend gestellt werden.

In unserer Untersuchung wurden bei 69 nachuntersuchten Patienten in 10 Fällen ein Brisement notendig. Auffallend war, daß bei alleiniger Betrachtung des Faktors Stabilität das Ergebnis mit 90% guten und sehr guten Fällen überdurchschnittlich hoch war, die Stabilität wurde offensichtlich auf Kosten der Beweglichkeit erreicht.

4.6. Literaturvergleich

Bei dem Versuch, die Untersuchungsergebnisse verschiedener Autoren miteinander zu vergleichen, stößt man auf erhebliche Schwierigkeiten. Ein systematischer Vergleich ist mangels eines allgemein anerkannten Untersuchungsschemas nicht möglich. Es können zwar Prozentzahlen der von den einzelnen Autoren angegebenen guten , befriedigenden und schlechten Ergebnisse gegenübergestellt werden, damit ist allerdings nichts darüber ausgesagt, welche Kriterien der Einteilung in die entsprechende Kategorie zugrunde liegen. Auf eine Bewertung der im weiteren auf geführten Ergebnisse ist daher weitgehend verzichtet worden.

4.6.1. Angaben über das Patientengut

- Verletzungsursache:

Entsprechend den eigenen Ergebnissen (über 75% der Kniebandverletzungen durch Sportunfälle, v. a. Fußball und

Skifahren) ergibt sich auch aus der Auswertung des Pateintengutes anderer Autoren als häufigste Verletzungsursache der Sport.

Bei den Patienten von Frick und Blatter (16) in Bellizona (Schweiz) waren Skiunfälle entsprechend der geographischen Lage häufigste Verletzungsursache, bei Gotzen, Muhr und Tscherne (20) in Hannover waren Sport- und Verkehrsunfälle gleich häufig vertreten, und nur bei Hagen und Ecke (25) in Gießen lag das Maximum bei Verkehrsunfällen.

Tabelle 19: Häufigkeit der Sportverletzungen in verschiedenen Krankenhäusern

		davon:	
	Sportverl.	Fußball	Ski
KH am Urban, Berlin 1983	75%	44%	35.5%
NIZARD- BIEHL (63), Homburg 1981	82%	51%	36%
MÜLLER (58), Basel 1982	66.6%	28%	40%
FRANKE- SCHULZE (14), Berlin-Pankow 1978	68.3%	71.8%	
JÄGER- WIRTH (39), München 1978	75%		
MOCKWITZ- CONTZEN (56), Frankfurt 1980	37.6%		

- Geschlechterverteilung:

Bei den meisten Autoren fand sich entsprechend den eigenen Untersuchungen ein starkes Übergewicht der Männer im Patientengut (20, 25, 49, 56, 58). Dies könnnte sich aus dem Überwiegen der Sportunfälle, v. a. beim Fußball, bei den Verletzungsursachen erklären lassen.

- Art der Verletzung:

Wie bei den eigenen Untersuchungen fanden Burri- Helbing (7) und Gotzen et al. (20) das Verhältnis zwischen isolierten und kombinierten Verletzungen mit je etwa der Hälfte vor.

Bei Jäger- Wirth (39) standen einem Drittel einfacher Instabilität zwei Drittel Komplexinstabilität gegenüber.

Bei den einfachen Instabilitäten war das Innenband wie bei unserem Patientengut am häufigsten betroffen bei Burri- Helbing (7), Pollanz (74) und Müller (58).

Bei den Komplexinstabilitäten stellte die antero-laterale Instabilität den überwiegenden Anteil bei Hackenbruch- Henche (24),Müller (58) und den eigenen Untersuchungen.

34% der Komplexinstabilitäten bei Jäger- Wirth (39) entsprachen einer unhappy triad, entsprechend 37% bei den eigenen Ergebnissen.

Tab. 20: Prozentsatz der meniskektomierten Patienten bei den kombinierten Verletzungen

	Innenmen.	Außenmen.	Gesamt
MOCKWITZ (56)	27%	23%	50%
BURRI- HELBING (7)			33.3%
EIGENE UNTERS.	34%	5.7%	39.5%

4.6.2. Vergleich der einzelnen Kriterien

4.6.2.1. Subjektive Zufriedenheit

Sehr zufrieden waren bei :

JÄGER- WIRTH (39)	90% der Patienten
LINDNER et al. (49)	90% " "
BURRI- HELBING (7)	90% " "
EIGENE UNTERS.	81% " "
FRICK- BLATTER (16)	72% " "

4.6.2.2. Schmerzen

Über noch vorhandene Schmerzen klagten bei:

MOCKWITZ (56)	58.9% der Patienten
EIGENE UNTERS.	55% " "

4.6.2.3. Subjektive Behinderung

Subjektiv bestand weiterhin eine Behinderung bei:

EIGENE UNTERS.	21% der Patienten
MOCKWITZ (56)	15.3% " "
LINDNER et al. (49)	10% " "

Beim Vergleich der subjektiven Beurteilung von Zufriedenheit, Schmerzen und Behinderung fällt auf, daß die eigenen Ergebnisse dem Mittel der anderen Autoren entsprechen oder etwas schlechter ausfallen.Dabei ist zu beachten, daß die subjektive Beurteilung besonders schlecht zu standardisieren ist und an Hand der objektiven Kriterien konkretisiert werden sollte.

Bei den eigenen Untersuchungen besteht eine besondere Diskrepanz zwischen subjektiver Bewertung und Restklagen bei genauerer Befragung (subjektive Zufriedenheit 81% gut und sehr gut, aber noch Schmerzen bei 55% der Patienten). Der Grund könnte darin liegen, daß die subjektive Einschränkung des Leistungsvermögens erst bei stärkerer Belastung des Kniegelenkes zum Tragen kommt. Es ist aber auch ein weiterer Hinweis auf die Unzuverlässigkeit subjektiver Bewertungen, die die Aussagekraft eines Literaturvergleichs begrenzt.

4.6.2.4. Sportfähigkeit

Die Sportfähigkeit erlangten wieder bei:

JÄGER- WIRTH (39)	66% der Patienten
EIGENE UNTERS.	50% der Pat. voll sportf.
	75% der Pat. eingeschr. sportf.

Die Sportfähigkeit entspricht somit den Angaben anderer Autoren.

4.6.2.5. Beweglichkeit

Beugefähigkeit über 120° erreichten bei:

POLLANZ (74)	98% der Patienten
EIGENE UNTERS.	80% " "
BURRI- HELBING (7)	76% " "
FRICK- BLATTER (16)	72% " "
JÄGER- WIRTH (39)	30% " "

Die Wiederherstellung der Beweglichkeit ist damit im Vergleich mit anderen Autoren in den eigenen Untersuchungen sehr zufriedenstellend.

4.6.2.6. Stabilitat

Die Stabilität war voll wiederhergestellt bei:

JÄGER-WIRTH (39)	100%	der Patienten (nahezu)
POLLANZ (74)	98%	" " (nur isol. Verl.)
FRICK- BLATTER (16)	95%	" "
BURRI- HELBING (7)	86%	" "
EIGENE UNTERS.	83%	" "

Auffallend ist auch hier wieder, daß die hohe Rate an Stabilität (Jäger- Wirth z. B. fast 100%) nur auf Kosten der Beweglichkeit erreicht werden konnte (Jäger-Wirth z. B. 70% Beugefähigkeit unter 120°). Auch bei den anderen Autoren ist die Tendenz zu erkennen, daß bei zunehmender Stabilität die Beweglichkeit abnimmt und umgekehrt.Eine Ausnahme bildet Pollanz mit 98% voller Beweglichkeit und Stabilität, wobei eine Aussage über die Vergleichbarkeit nur bei genauerer Kenntnis der bei ihm angewendeten Untersuchungskriterien möglich wäre. In den eigenen Untersuchungen waren die Wiederherstellung der vollen Beweglichkeit und der vollen Stabilität mit 80% und 83% etwa gleich hoch, damit ist ein zufriedenstellender Kompromiß zwischen Stabilitat und Beweglichkeit erreicht worden.

4.6.2.7. Ergebnisse reiner Innenbandläsionen

Gute und sehr gute Ergebnisse lagen vor bei:

POLLANZ (74)	98%	der Patienten
MÜLLER (58)	96%	" "
EIGENE UNTERS.	86.4%	" "
HAGEN- ECKE (25)	30%	" "

Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse ist hier besonder fraglich, da von den Autoren Hagen und Ecke (25) und Burri und Helbing (7) die Einteilung nur in die drei Kategorien gut - befriedigend - schlecht vorgenommen wurde. Gute bis befriedigende Ergebnisse wurden bei diesen Autoren bei reiner Innenbandläsion in 90% der Fälle erreicht.

4.6.2.8. Ergebnisse reiner vorderer Kreuzbandläsion

Sehr gute und gute Ergebnisse ergaben sich bei:

KENNEDY et al. (42)	84% der Patienten
EIGENE UNTERS.	82% " "

Die Ergebnisse waren somit in etwa gleich.

4.6.2.9. Ergebnisse kombinierter Läsionen

Serh gute und gute Ergebnisse ergaben sich bei der Kombinationsverletzung von Innenband und vorderem Kreuzband bei:

MÜLLER (58)	89% der Patienten
EIGENE UNTERS.	52% " "

Müller weist damit bessere Ergebnisse auf als die eigenen Untersuchungen.

4.6.2.10. Gesamtergebnis aller Läsionen

Gute bis sehr gute Ergebnisse lagen vor bei:

POLLANZ (74)	90% der Patienten
MÜLLER (58)	86% " "
GOTZEN (20)	82% " "
MOCKWITZ (56)	81% " "
EIGENE UNTERS.	62.5% " "
HAGEN- ECKE (25)	40.6% " "

Die Ergebnisse von Hagen und Ecke (25) unterliegen hier den gleichen Einschränkungen wie bei der reinen Innenbandläsion.

Auf Grund der verschiedenen Untersuchungsmethoden, die die den oben aufgeführten Ergebnissen zugrunde liegen, können Unterschiede in den Ergebnissen zwar dargestellt werden, eine Bewertung ist jedoch nicht möglich.Eine absolut objektive Ermittlung von korrekten Behandlungsergebnissen ist zum einen schwierig wegen der großen Variationsbreite von Typ und Ausmaß der Instabilität, zum anderen wegen der vielen sonstigen Variablen, die auf das Kniegelenk Einfluß nehmen.Die Notwendigkeit der subjektiven Bewertung des Grades der Instabilität durch den Untersucher, die Unzuverlässigkeit der subjektiven Bewertung der Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit von Seiten des Patienten sowie die Undurchschaubarkeit, welche Kriterien einzelne Untersucher den Einteilungen in die verschiedenen Bewertungskategorien zugrunde legen, lassen enen objektiven und systematischen Vergleich nicht zu.

Um Resultate vergleichen zu können, sind vergleichbare Parameter notwendig. Es muß daher auf die Notwendigkeit aufmerksam gemacht werden, in Zukunft standardisierte Untersuchungsmethoden, allgemein anerkannte Fragebögen zur subjektiven Beurteilung durch den Patienten sowie übereinstimmende Kriterien zur Einteilung in die einzelnen Bewertungskategorien zu erarbeiten.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Behandlungsergebnisse der operativen Versorgung frischer Kniebandläsionen von 69 Patienten, die in der Zeit von 1975 bis 1981 im Krankenhaus am Urban, Berlin, behandelt wurden,dargelegt. Es wurden 112 primär operativ versorgte Bandläsionen nachuntersucht, darunter 35 Patienten mit einer Kombinationsverletzung.Verletzungsursache waren in 75% der Fälle Sportunfälle.

Bezüglich der subjektiven Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis äußerten sich 81.2% der Patienten eher zufrieden, 71% lagen im oberen Drittel der Zufriedenheitsskala. Bei 75% der Patienten war die Sportfähigkeit zumindest teilweise wiederhergestelllt.

In der klinischen Nachuntersuchung fand sich die Stabilität in 82.6% der Fälle seitengleich oder nur geringgradig eingeschränkt. Die Beweglichkeit war in 79.7% der Fälle frei. Die Leistungsfähigkeit war bei 85.5% der Patienten nicht beeinträchtigt.

Bezüglich der Ergebnisse bei Betrachtung der verletzten Struktur ergaben sich bei den einfachen Verletzungen gute und sehr gute Ergebnisse von über 80%. Bei Zusammenfassung aller Läsionen sinkt der Prozentsatz auf 62.5%.

In der anschließenden Diskussion werden unsere Ergebnisse im Vergleich mit anderen Autoren dargestellt.

Die guten Ergebnisse der Versorgung frischer Kniebandläsionen durch primäre Naht oder Reinsertion bestätigen die Leistungsfähigkeit dieser Vorgehensweise. Die sofortige operative Behandlung stellt sich damit als Methode der Wahl dar.

6. Literaturverzeichnis

1. BARTSCH, H. und WEIGERT, M. — Differenziertes Vorgehen bei komplexen Kniebandverletzungen. Sportmedizin, Thieme-Verlg.Stgt. N. Y.(1980)386 ff.

2. BARTSCH, H. und WEIGERT, M. — Die Arthrose an den Gelenken der unteren Extremität beim Berufsfußballspieler. Kongreßbd Dtsch Sportärztekongreß (1980) Saarbrücken 455-459

3. BARTSCH, H. und WEIGERT, M. — Diagnostik und Therapie der Verletzungen des hinteren Kreuzbandes. Orthop Prax 11 (1981) 914-16

4. BENNINGHOFF, A. und GOERTTLER, K. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen Bd.1,Verlg.Urban und Schwarzenberg München, 10. Aufl.1968

5. BLAUTH, W. — Grundlagen der klinischen Untersuchung. Prakt Orth Bd 11 (1981) 37.

6. BURRI, C. und HELBING, G. — Konservatives und operatives Vorgehen bei Knieinstabilität. Hefte Unfallheilkd 129 (1977) 152-162

7. BURRI, C. und HELBING, G. — Therapie und Ergebnisse nach frischen Verletzungen des Kniebandapparates. Langenbecks Arch Chir 345 (1977) 451-457

8. CONTZEN, H. — Klinische Diagnostik bei Kniegelenksinstabilität. Hefte Unfallheilkd 129 (1977) 144-148

9. COTTA, H. — Orthopädie. Thieme Verlg. Stgt. N.Y.(1980)

10. COTTA, H. und KRAHL, H. — Das verletzte Kniegelenk des Sportlers. Dtsch Ärztebl Heft 15 (1978) 879- 886

11. DEXEL, M. und DIETSCHI, C. — Röntgendiagnostik am instabilen Kniegelenk. Hefte Unfallheilkd 129 (1977) 148-152

12. DEXEL, M., SUEZAWA, Y., RODRIGUEZ, M. — Diagnostik der frischen Kniebandverletzungen am Kniegelenk des Erwachsenen. Orth Prax Heft 1 (1982) 26

13. FRANKE, K. — Die Chondropathie des Sportlers. in COTTA/ KRAHL/ STEINBRÜCK: Die Belastungstoleranz des Bewegungsapparates. Thieme Verlg. Stgt. N.Y. (1980).

14. FRANKE, K., FRANKE, K.-P., SCHULZE, Cl. — Die chirurgische Behandlung der Kapsel-Bänder-Läsion des Kniegelenkes. Z ärztl Fortbild 75 (1981) 947-51

15. FRANKEN, Th. und DISTELMAIER, W. — Zur Röntgenuntersuchung des Kniegelenkes. Therapiewoche 32 (1982) 219-236

16. FRICK, E. und BLATTER, R. — Die Behandlung der frischen Bandläsion des Kniegelenkes im Regionalhospital. Helv Chir Acta 47 (1980) 103-106

17. GALWAY, R. D., BEAUPRE, A., MC INTOSH, D. L. — Pivot Shift: a Clinical Sign of Symptomatic Anterior Cruciate Insufficiency. J Bone Joint Surg 54 B (1972)763

18. GIESECKE, R. und ZEITLER, E. — Arthrographie des Kniegelenkes: Technik und Leistungsfähigkeit. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork Verlag (1981) 75.

19. GLÜCKERT, K., NEUPERT, R., STÖLZEL, H. — Verbesserung der Diagnostik bei frischen und veralteten Kniebinnenverletzungen durch die Arthroskopie. Orthop Prax 11 (1981) 934

20. GOTZEN, L., MUHR, G., TSCHERNE, H. — Ergebnisse der operativen Versorgung frischer und alter Kniebandverletzungen. Hefte Unfallheilkd 129 (1977)200

21. GRONERT, H. J. und STEWIN,J. — Möglichkeiten und Grenzen der Arthroskopie beim frischen traumatischen Kniebinnenschaden. Unfallheilkd 83 (1980) 108-114

22. GRONERT, H. J. und WEIGERT, M. — Vorgehen bei Komplexinstabilitäten des Kniegelenkes. Hefte Unfallheilkd 129 (1977) 166-168

23. GRONERT, H.-J. und WEIGERT,M. Möglichkeiten rekonstruktiver Wiederherstellung bei frischen Kniebandschäden. Zbl Chir 105/5 (1980) 350

24. HACKENBRUCH, W. und HENCHE, H. R. Diagnostik und Therapie von Kapselbandläsionen am Kniegelenk. Eular- Verlg. Basel (1981)

25. HAGEN, P. und ECKE, H. Ergebnisse nach operativer Behandlung von Verletzugen des Kniebandapparates. Unfallchir 6 (1980) 139-142

26. HAVEMANN, D., SCHROEDER, L., VOIGT, J. Technisches und taktisches Vorgehen bei totaler Kniegelenksluxation. Zbl Chir 105/5 (1980)

27. HEIPERTZ, W. Funktionelle krankengymnastische Behandlung des Kniegelenkes nach Verletzungen und operativen Eingriffen. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork- Verlg. (1981) 459

28. HELBING, G. und BURRI, C. Kniebandverletzungen- Operation und funktionelle Nachbehandlung. Zbl Chir 102 (1977) 787-793

29. HENCHE, H. R. Die Arthroskopie des Kniegelenkes. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork- Verlg. (1981) 87

30. HERTEL, P. Zur funktionellen Anatomie und Pathophysiologie des Kniebandapparates. Unfallheilkd 83 (19809 381-88

31. HEWEL, Th., LANGE, J., MAURER, P. C., EVERTS, Ch. Alpiner Skisport und Unfall. Fortschr Med 100 Jg (1982) Nr 3 47

32. HOCHULI, R. und MATTER, P. Zur Behandlung frischer Binnenläsionen des Kniegelenkes. Chirurg 35 (1964) 319

33. HÖLLENRIEGEL, K. Bandinstabilität der unteren Extremität. Z Allg Med 57 (1981) 2428-32

34. HÖRTERER, H. Belastungsänderungen am Kniegelenk beim Skilauf aus medizinischer Sicht. Fortschr Med 100 (1982) Nr 3 76-78

35. HOLZ, U. und WELLER,S. — Diagnostik und Therapie frischer und veralteter Bandverletzungen am Kniegelenk. Chirurg 48 (1977) 749-755

36. HUGHSTON, J. C. and GILERS, A. F. — The Role of the Posterior Oblique Ligament in Repairs of Acute Medial Ligament Tears of the Knee. J Bone Joint Surg 55 A (1973) 923

37. HUGHSTON, J. R., ANDREWS, J. R., CROSS, N. J., MOSCHI,A. — Classifikcation of Knee Ligament Instabilities. J Bone Joint Surg 58 A (1976) 159

38. JACOBSEN, K. — Stress Radiographical Measurements of Anteroposterior Medial and Lateral Stability of the Knee Joint. Acta Orthop Scand 47 (1976) 335

39. JÄGER, M. und WIRTH, C. J. — Kapselbandläsionen. Thieme Verlg. Stgt. N.Y.(1978)

40. JAMES, S. L. — Biomechanics of Knee Ligament Reconstruction. Clin Orthop 146 (1980) 90-101

41. KENNEDY, J. C. et al. — Medial and Anterior Instability of the Knee. J Bone Joint Surg 53 A(1971) 1257

42. KENNEDY, J. C. et al. — Tension Studies of Human Knee Ligaments. J Bone Joint Surg 58 A (1976) 350

43. KLEIN, W. — Grenzen der Diagnostik bei der ambulanten Arthroskopie in Lokalanästhesie. Orthop Prax 11 (1981) 929

44. KLEMANN, T. und GRONERT, H.-J. — Die Arthroskopie beim frischen Kniebinnentrauma. Orthop Prax 11 (1981) 875-78

45. KLUG, S. — Die krankengymnastische Behandlung des Kniegelenkes. Therapiewoche 32 (1982) 297-98

46. KRAHL, H. — Sportfähigkeit nach Knieverletzungen . Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 465

47. KUKLA,D. Erste Hilfe bei Sportverletzungen des Kniegelenkes. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 465

48. KUMMER, B. Grundlagen der Biomechanik des Kniegelenkes. Prakt Orthop Bd. 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 201

49. LINDNER, J., KLAPP, F., HERTEL, P. Behandlungsergebnisse nach operativ versorgten Kniebandverletzungen. Hefte Unfallheik 129 (1977) 200

50. MARSHALL, J. L. et al. Stability Examination of the Knee: A Simple Anatomic Approach. Clin Orthop 146 (1980) 78-83

51. MARTY, A. Frische Kniebinnenverletzungen-Differentialdiagnose und Therapie. Z Unfallmed Berufskrkh 63 (1970) 4-14

52. MENGE, M. Sportverletzungen und Sportschäden am Kniegelenk. Therapiewoche 32 (1982) 280-89

53. MENKE, W. und MÜLLER, E. H. Typische Skiverletzungen und deren Ursachen. Dtsch Zschr f Sportmed Heft 4 (1981) 89

54. MENSCHIK, A. Mechanik des Kniegelenkes 1.Teil. Z Orthop 112 (1974) 481-95

55. MEULI, H.-Ch. Standardröntgenuntersuchung des Kniegelenkes. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 55

56. MOCKWITZ, J. und CONTZEN, H. Ergebnisse operativ behandelter Kapselbandverletzungen am Kniegelenk. Unfallchir 6 (1980) 143-8

57. MÜLLER, W. Neuere Aspekte der funktionellen Anatomie des Kniegelenkes. Hefte Unfallheilk 129 (1977) 132-7

58. MÜLLER, W. Das Knie. Springer-Verlg. Berlin Heidelberg N. Y. (1982)

59. MÜLLER, W. — Allgemeine Diagnostik und Sofort-therapie bei Bandverletzungen. Unfallheilk 83 (1980) 389-97

60. MUHR, G. und WAGNER, M. — Kapselbandverletzungen des Kniegelenkes. Springer-Verlg. Berlin Heidelberg N.Y. (1981)

61. NAKAJIMA, H. et al. — Insufficiency of the Anterior Cruciate Ligament. Arch Orthop Traumat Surg 95 (1979) 233-40

62. NICHOLAS, J. A. — The 5-Point-One Reconstruction for Anteromedial Instability of the Knee. J Bone Joint Surg 55A (1973) 898

63. NIZARD, M. und BIEHL, G. — Diagnostik und Therapie der frischen Kollateralverletzung. Orthop Prax 11 (1981) 917

64. NOYES, F. R. et al. — Clinical Laxity Tests and Functional Stability of the Knee: Biomechanical Concepts. Clin Orth 146 (1980) 84-89

65. O'DONOGHUE, D. H. — Surgical Treatment of Fresh Injuries to the Major Ligaments of the Knee. J Bone Joint Surg 32 A Nr 4 (1950) 721-37

66. O'DONOGHUE, D. H. et al. — Repair of Knee Ligaments in Dogs. J Bone Joint Surg 43 A (1961) 1167

67. O'DONOGHUE, D. H. — The Unhappy Triad. Amer J Orthop 6 (1964) 242

68. O'Donoghue, D. H. — Reconstruction for Medial Instability of the Knee. J Bone Joint Surg 55A Nr 5 (1973) 941

69. PABST, H. — Primärversorgung von Sportverletzungen. SEM Münch med Wschr 124 (1982) Nr. 3 82-84

70. PAULOS,L., NOYES, F. R., MALEK, M. — A Practical Guide to the Initial Evaluation and Treatment of Knee Ligament Injuries. J Trauma 29/6 (1980) 498-506

71. PAVLOV, H. et al. Computer Assisted Tomography of the Knee. Investigative Radiology Vol 13 (1978) 57-62

72. PAVLOV , H. et al. Computed Tomography of the Cruciate Ligaments. Radiology 132 (2) (1979) 389-93

73. PFISTER, U. Bessere Ergebnisse durch operative Therapie. Mk Ärztl Fortb 31 (1981) Heft 15 536-40

74. POLLANZ, H. Spätergebnisse nach 100 unausgewählten frisch operierten Innenseitenverletzungen am Kniegelenk. Akt Traumatol 9 (1979) 241-45

75. PROBST, J. Funktionelle Weiterbehandlung, Übungsbehandlung und Begutachtung nach Kapselbandverletzungen am Kniegelenk. Unfallchir 6 (1980) 134-38

76. REISER, M. et al. Evaluation of the Cruciate Ligaments by CT. Eur J Radiol 1 (1) (1981) 9-15

77. RÜTTEN, M. Das Rollphänomen des Knieinnenbandes . Orthop Prax 11 (1981) 922

78. SCHEUER, J. Die arthroskopische Diagnostik bei Kniebandschäden. Unfallheilkd 83 (1980) 398-404

79. SCHEUER, J. und LIES, A. Die Arthroskopie im Rahmen der Diagnostik bei frischem Kniebandschaden. Zbl Chir 105/5 (1980) 349

80. SCHLÄFER, H., ERLER, M., SCHUCHARDT, E. Das Pivot-shift-Phänomen - diagnostische Technik und therapeutische Konsequenzen. Orth Prax 1 (1982) 33

81. SCHULITZ,K.-P. und HILLE, E. Untersuchungen der Kniegelenks - instabilität. Anatomische Grundlagen. Orth Praxis 1 (1982) 18

82. SCHULZ, S. et al. Diagnostik und Therapie des frischen Kniebandschadens unter besonderer Berücksichtigung des Aussagewertes der Arthrographie. Zbl Chir 105/5 (1980) 349

83. SCHWEIBERER, L. und HERTEL, P. — Biomechanik und Pathophysiologie des Kniebandapparates. Hefte Unfallheilkd 129 (1977) 137

84. SEELIGMÜLLER, K. et al. — Computer-Tomographie des Kniegelenkes in der orthopädischen Praxis. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 105

85. SLOCUM, D. B. and LARSON, R. L. — Rotatory Instability of the Knee. Its Pathogenesis and a Clinical Test to demonstrate its Presence. J Bone Joint Surg 50 A (1968) 211

86. SLOCUM, D. B. — Late Reconstruction of Ligamentous Injuries of the Medial Compartment of the Knee. Clin Orthop 100 (1974) 23

87. SLOCUM, D. B. et al. — Clinical Test for Anterolateral Rotatory Instability of the Knee. Clin Orthop 118 (1976) 63-69

88. SOBOTTA-BECHER — Atlas der Anatomie des Menschen, Bd. 1. Urban und Schwarzenberg, München Berlin Wien (1972)

89. STEINBRÜCK,K. und KRAH, H. — Wintersportverletzungen am Sprunggelenk und Unterschenkel. Dtsch Ärtzebl 53 (1976)

90. STEWIN, J. und BARTSCH, H. — Röntgenologische, arthographische und arthroskopische Diagnostik des traumatisierten Kniegelenkes. Sportmedizin Thieme-Verlg. Stgt. N.Y. (1980) 394-5

91. SUEZAWA,Y. et al. — Schonende Streßaufnahmen bei frischen Knietraumen. Orthop Praxis 11 (1981) 909

92. VILLIGER, K. J. — Klinik der Kniegelenksinstabilitäten. Praxis 69 (1980) 171-76

93. VILLIGER, K. J. — Therapie der Kniegelenksinstabilitäten. Praxis 69 (1980) 177-81

94. VOSS , H. und HERRLINGER,R. — Tachenbuch der Anatomie. Gustav Fischer Verlg. Stgt. 1975.

95. WALDE, A. J. — Skiverletzungen. Ärztebl Rheinl.-Pfalz 3 (1979)

96. WARREN, F., MARSHALL, J. L. et al.
The Prime Static Stabilizer of the Medial Side of the Knee. J Bone Joint Surg 56 A (1974) 665-74

97. WARREN, F. and MARSHALL, J. L.
The Supporting Structures and Layers on the Medial Side of the Knee. J Bone Joint Surg 61 (1) (1979) 56

98. WEIBEL, K.
Die Röntgenuntersuchung am instabilen Kniegelenk. Praxis 69 (1980) 187-201

99. WEIGERT, M. und GRONERT, H.-J.
Kniebandnaht- Kniebandplastik. Arch Orthop Unfallchir 72 (1972) 253

100. WIRTH, C. J. und HÄFNER, H.
Biomechanische Aspekte und klinische Wertigkeit des Lachmann-Tests bei der Diagnostik von Kreuzbandverletzungen. Orth Praxis 11 (1981) 904

101. WISSING, H. und SCHMÜLLING, F.
Verletzungsmuster und operative Versorgung frischer Kniebandverletzungen. Zbl Chir 105/5 (1980) 350

102. ZWANK, L., HERTEL, P., SCHWEIBERER, L.
Behandlung des frischen Kniebinnentraumas in der Klinik und Praxis. Prakt Orthop Bd 11: Das Knie, Stork-Verlg. (1981) 413

Danksagung

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mir das Studium der Humanmedizin ermöglichten.

Meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. M. Weigert danke ich für die Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Dr. H. Bartsch und Herrn Dr. H. Mellerowicz danke ich für ihre ständige Hilfsbereitschaft bei der Lösung anfallender Probleme.

Mein Dank gilt auch den Damen und Herren im Archiv.

Lebenslauf

Am 3. September 1955 wurde ich als Tochter des Dozenten für Chemie Professor Dr. Hansjürgen Buhl und seiner Ehefrau Sigrid Buhl geb. Bauer in Münster (Westfalen) geboren.

Von 1962 bis 1966 besuchte ich in Münster die Wartburg-Grundschule und anschließend das Freiherr vom Stein-Gymnasium. 1967 wechselte ich auf das Mädchengymnasium Sieglar, im selben Jahr erfolgte ein weiterer Wechsel auf das Elly Heuss- Knapp- Gymnasium in Heilbronn. Dort erlangte ich im Juni 1974 die Hochschulreife.

Im Oktober 1976 begann ich, an der Albert Ludwigs-Universität Freiburg Rechtswissenschaften zu studieren. Seit dem Sommersemester 1978 war ich an derselben Universität als Studentin der Humanmedizin immatrikuliert. Ich legte am 2. April 1980 die Ärztliche Vorprüfung in Freiburg ab. Zum Wintersemester 1980/81 wechselte ich im Studiengang Humanmedizin den Studienort und wurde an der Freien Universität Berlin eingeschrieben.Dort bestand ich am 6. Mai 1985 die letzte Prüfung des medizinischen Staatsexamens.

Im März 1982 überließ mir Herr Professor Dr. Manfred Weigert das Thema der vorliegenden Arbeit.